Die

Mikrophotographie.

Die Mikrophotographie

auf

Bromsilbergelatine bei natürlichem und künstlichem Lichte

unter ganz besonderer

Berücksichtigung des Kalklichtes.

Von

Dr. Paul Jeserich

vereidigter Chemiker der Königl. Gerichte und der Königl. Haupt-Steuer-Aemter zu Berlin.

Mit 60 Holzschnitten und 4 Tafeln in Lichtdruck.

Berlin.

Verlag von Julius Springer.

1888.

Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.

Vorwort.

Wenn schon die Photographie durch die Errungenschaften der letzten Jahre, die in der Fabrikation haltbarer, hochlichtempfindlicher, einfach zu handhabender Trockenplatten bestehen, weit über den engen Kreis der Fachphotographen hinaus, sich Eingang verschafft hat, so kann es uns kaum Wunder nehmen, dass sie auch zur Wiedergabe der mittelst des Mikroskopes beobachteten Erscheinungen im Bilde immer weiter greifende Anwendung gefunden hat und noch findet. —

Ist sie doch gerade hier dazu berufen die subjective, individuelle Beobachtung in ein rein objectives, vollwiegendes Beweismaterial zu verwandeln und deshalb von höchstem Werthe und grösster Bedeutung! —

So wichtig und entscheidend solch' ein Beweismaterial nun bei wissenschaftlichen Erörterungen und Streitfragen ist, so nothwendig und geradezu unentbehrlich wird es in der Hand des gerichtlichen Mikroskopikers. Hier ermöglicht es dem Experten, den Beweis für das, was er beobachtet, thatsächlich zu erbringen und actenmässig sicher für dauernde Zeit die flüchtige Erscheinung zu fixiren.

Diese Gründe waren es, die mich veranlassten, seit mehr denn neun Jahren die Mikrophotographie zu meinem eingehenden Studium zu machen, und bin ich in der Reihe dieser Jahre denn auch oft genug in der Lage gewesen, mich von dem grossen Werthe der Mikrophotographie zur Aufstellung von absolutem Beweismaterial in Criminalprocessen zu überzeugen; haben doch vielfach die Staatsanwaltschaften es im

Interesse der Beweisführung für nöthig befunden, von mir bei wichtigen Capitalfällen mikrophotographische Darstellungen des Beobachteten zu den Acten einzufordern. —

In allen diesen Fällen war nur Eins lästig, nämlich die Abhängigkeit von dem klaren Sonnenlichte. Nachdem es mir nun in letzter Zeit gelungen, durch geeignete Nutzbarmachung des Kalklichtes, die Mikrophotographie unabhängig vom Sonnenlichte zu machen und Aufnahmen bei Kalklicht mit fast ebenso kurzer Exposition wie bei hellem Sonnenlichte auszuführen, hielt ich es für angezeigt, diese durch jahrelanges practisches Arbeiten gesammelten eignen Erfahrungen auch weiteren Kreisen zugänglich zu machen.

Wenn nun in den nachfolgenden Auseinandersetzungen nicht, wie dies bei Beginn des Niederschreibens geplant war, ausschliesslich die Anwendung des Kalklichtes in der Mikrophotographie behandelt wird, sondern nunmehr auch die Benutzung des natürlichen Lichtes, sowie der übrigen Lichtquellen eingehende Besprechung gefunden hat, so liegt der Grund dazu in Folgendem:

Die bei dem früheren Arbeiten mit Sonnenlicht wie mit anderen künstlichen Lichtquellen (Gas-, Petroleum-, elektrischem und Magnesium-Licht) gesammelten Erfahrungen scheinen einmal für die Entwickelung der Mikrophotographie im Allgemeinen von Interesse zu sein und bieten zweitens auch für sich viel Lehrreiches und Nützliches.

Zudem wiederholen sich sehr viele der Manipulationen und Herrichtungen bei den verschiedenen Lichtquellen in fast gleicher Weise und ist es durch eine allgemeine Behandlung jedem Forscher freigegeben, sich die für die besonderen Verhältnisse günstigsten Lichtquelle für seine Arbeiten auszuwählen.

Das Nähere über die Wahl und Brauchbarkeit der verschiedenen Lichtquellen für die speciellen Fälle (stärkere und schwächere Vergrösserung etc.) finden wir in den betreffenden Theilen des Buches, ebenso wie die älteren Apparatcon-

structionen, soweit sie historisches und technisches Interesse bieten, Erwähnung gefunden haben.

Dementsprechend finden wir im ersten Hauptheil des Werkes nach der Erörterung der Geschichte, des Werthes und Wesens der Mikrophotographie zunächst die Besprechung der einzelnen, für unsere Zwecke geeigneten Lichtquellen, mit besonderer Rücksichtnahme auf das Kalklicht. Da es für den Nichtchemiker jedenfalls von Werth ist, auch die bei der Darstellung der Gase zu beachtenden Vorsichtsmassregeln und Regeln zusammengestellt zu haben, so sind dieselben in gedrängter aber doch erschöpfender Form gegeben. —

Hieran schliesst sich dann die eingehende Erörterung der Beleuchtungsapparate und der zur Mikrophotographie geeigneten Mikroskope, der dann die Beschreibung der verschiedenen Constructionen von mikrophotographischen Apparaten sowie die Praxis der Aufnahme und die Herstellung von zur Photographie geeigneten Präparaten folgt. —

Ganz besonders ist hierbei auf den Fall Rücksicht genommen, dass man das zur Beobachtung benutzte Mikroskop auch ohne weitere Schwierigkeiten und Umstände sofort zur Aufnahme der Bilder verwenden kann und die Kosten der Beschaffung eines zweiten Mikroskopes spart. —

Da nun aber die Erfahrung gelehrt hat, dass man selbst mit den besten Apparaten ausgerüstet, ohne genügende Kenntniss der photographischen Operationen und Reactionen ein gutes Bild kaum erzielen wird, dass vielmehr ein genaues Studium der photographischen Processe auch für den Mikrophotographen von höchster Bedeutung ist, so habe ich im zweiten Haupttheil die photographische Praxis folgen lassen, unter besonderer Rücksichtnahme auf die in der mikrophotographischen Technik gegebenen Verhältnisse und unter Angabe der Methoden, die sich bei den jahrelangen eignen Arbeiten als am günstigsten und praktischsten erwiesen haben. —

Es ist bei dieser Darstellung auch auf die verschiedenen Arten der üblichen und für unsere besonderen Zwecke brauch-

baren Positivbilder, sowie der für Demonstrationszwecke so geeigneten Glasdiapositive und ihre Projection Rücksicht genommen worden, während den Schluss endlich eine schematische Zusammenstellung der in allen Stadien der Operationen vorkommenden Fehler gegeben ist, um somit dem noch weniger Geübten ein leichteres Auffinden des begangenen Verstosses zu ermöglichen und ihm nicht durch dauernden Misserfolg die Lust am Arbeiten verleiden zu lassen.

Betreffs der dem Werke beigefügten 4 Tafeln und der Bedeutung der Photolithographie für die Wiedergabe mikroskopischer Bilder verweise ich auf die bei den Tafeln gegebenen Erörterungen und schliesse, indem ich dem Herrn Verleger für die gediegene Ausstattung des Werkes meinen wärmsten Dank ausspreche, mit dem Wunsche, dass das Werk einen weiteren Anlass zur Verbreitung der Mikrophotographie geben und sich den darnach Arbeitenden nützlich und ausreichend erweisen möge!

Berlin, im November 1887.

Dr. Paul Jeserich.

Inhaltsverzeichniss.

Einleitung.

Entwickelung der Photographie und der Mikroskopie.

Die Mikrophotographie ist diejenige technische Wissenschaft, welche es sich zur Aufgabe gestellt hat, die vom Forscher mit dem Mikroskope gemachten Beobachtungen graphisch wiederzugeben.

Dass eine Vervollkommung der Mikrophotographie einmal mit dem Vorwärtsschreiten der Mikroskopie Hand in Hand geht und gehen muss, dass sie aber andererseits auch in Abhängigkeit von der Entwickelung und den Errungenschaften der Photographie steht, liegt klar auf der Hand.

Nun haben aber gerade diese beiden Specialdisciplinen, die Mikroskopie wie die Photographie, in den letzten Jahrzehnten grosse Erfolge in ihrer Entwickelung zu verzeichnen.

Die Photographie auf ihrem heutigen Standpunkt ist in Bezug auf Vollkommenheit mit derjenigen vor 20 Jahren nicht mehr zu vergleichen. Aeusserte sich Prof. Dr. H. Vogel noch vor ca. 12 Jahren über die Trockenplatten: „dass die Herstellung derselben noch an derartigen Unsicherheiten leide, dass man trotz des grösseren Aufwandes an Mühe und Zeit, welche die Präparation dieser Platten nöthig mache, dennoch nicht in dem Masse für den Erfolg garantiren könne, wie beim gewöhnlichen nassen Verfahren“, und weist derselbe für das Gebiet der Photographie doch in jeder Weise competente Chemiker später darauf hin, dass die wirklich haltbaren Trockenplatten den Nachtheil in sich schliessen, dass sie eine mindestens 6 mal längere Expositionszeit erforderlich machten, als beim nassen Verfahren nöthig sei, so kann man heute im Gegensatze hierzu behaupten, dass die Trockenplatten die Photographie beherrschen.

Die Empfindlichkeit und Haltbarkeit der Trockenplatten ist derartig gesteigert, dass sie dem nassen Verfahren nicht nur gleichstehende, sondern dasselbe vielmehr ganz bedeutend übertreffende Resultate möglich machen. Haben wir doch z. B. gerade dem Prof. H. Vogel,

der sich noch vor einem Decennium über das Trockenverfahren in angegebener Weise aussprechen musste, heute viele und eingreifende Erfindungen und Verbesserungen auf diesem Gebiete zu verdanken.

Während noch im Jahre 1869 die Bemerkungen des preussischen Abgeordneten Faucher: „Dass durch das Momentverfahren Portraits gestohlen werden können, und man sich vielleicht bald hiergegen durch die ausserordentlichsten Vorsichtsmassregeln verwahren müsse" bei Fachleuten mit gerechtem Bedenken aufgefasst wurden, hat man heute Aehnliches erreicht.

Wir dringen heute nicht nur in das internste Leben des Menschen ein, wir haben sogar die Thiere in ihrem Leben und Treiben belauscht und in bisher nicht bekannter Weise photographirt. Ganz Vorzügliches leisten in dieser Beziehung die Photographen Johannes-Partenkirchen und Anschütz-Lissa, deren Bilder der Oeffentlichkeit übergeben und von Letzterem in zahlreicher Menge auf der letzten Naturforscher-Versammlung in Berlin ausgestellt waren. Man konnte hier einen Speerwerfer, einen Kegelschieber, einen Springer, fliegende Störche, Tauben etc., springende Pferde in jeder Phase ihrer Bewegung und in äusserst gelungenen Bildern beobachten.

Dass solche Bilder für Wissenschaft und Praxis von höchster Bedeutung sind, haben die Erfolge bereits gelehrt, und beweist das hohe Interesse, welches die preussische Regierung an diesen Arbeiten nimmt.

So zu sagen anschliessend stehen zu diesen Arbeiten diejenigen, welche darauf hinzielen, mit bewegtem Apparate von ruhenden Gegenständen brauchbare Aufnahmen zu machen; ich meine die Aufnahmen aus dem Ballon. Tissandier und gleichzeitig mit ihm der Verfasser dieses Werkes haben bereits Anfang der achtziger Jahre solche Aufnahmen aus ungefesseltem Ballon gemacht und brauchbare Resultate erhalten; weitere und höchst gelungene Arbeiten haben dann auf diesem Gebiete: v. Hagen, Moedeboeck und Siegsfeld[1]) geliefert und unterliegt es keinem Zweifel, dass derartige Momentaufnahmen von höchster Bedeutung werden und bereits schon sind.

Werden sie z. B. mit den epochemachenden Arbeiten Meyden-

[1]) Ebenfalls auf der Ausstellung bei Gelegenheit der 59. Naturforscherversammlung zu Berlin in verschiedenen sehr scharfen und guten Aufnahmen ausgestellt. Siehe übrigens auch: Zeitschrift des deutschen Vereins z. Förderung d. Luftschifffahrt.

bauer's und Dr. Stolze's verbunden und drei verschiedene Aufnahmen desselben Terrains combinirt, so lassen sie schliesslich, wie dies Meydenbauer bereits bei Terrainaufnahmen auf's Glänzendste bewiesen hat, ein vollständig genaues trigonometrisches Bild geben.

Was endlich die astronomische Photographie gerade in letzter Zeit geleistet, beweisen am besten die wichtigen Arbeiten H. Vogels. Man hat in Nebelflecken neue Lichtpunkte entdeckt und durch wiederholte Aufnahmen sicher festgestellt[1]), man hat ferner von vielen Gestirnen ganz vorzügliche Photogramme der Spectren erhalten und kann so den Nachweis über die auf denselben vorhandenen, spectral-analytisch nachweisbaren Körper führen. —

Auf die in neuester Zeit errungenen Erfolge in Bezug auf Darstellung von hoch lichtempfindlichen und farbenempfindlichen Platten, durch die es gelungen ist, die vorher meist grau und verwischt gezeichneten Niedergründe der Landschaften klar und durchgearbeitet zu liefern, kommen wir im speciellen Theil[2]) noch eingehend zurück.

Neben diesen und noch vielen anderen Errungenschaften, welche die Photographie in der Neuzeit zu verzeichnen hat, die hier anzuführen jedoch zu weit führen würde, laufen in parallelem Fortschreiten diejenigen, welche der Mikroskopie zuzuschreiben sind.

Einmal hat sich die Mikroskopie zu einer für fast alle Disciplinen der Medicin und Naturwissenschaften höchst wichtigen und fast unentbehrlichen Hilfswissenschaft emporgearbeitet, andererseits hat durch dieses Aufblühen die Fabrikation entsprechend verbesserter Instrumente einen grossen Aufschwung genommen.

In erster Beziehung brauchen wir nur auf die klassischen Arbeiten von Rob. Koch hinzudeuten, welche weit über die engeren Kreise der Wissenschaft hinaus gerechtes Aufsehen und Bewunderung erregt haben.

Durch die Forschungen unserer vorzüglichen Botaniker ist es gelungen, ein klares Bild von der Entwickelung der kleinen und kleinsten pflanzlichen und thierischen Wesen zu erlangen; wir kennen Dank dieser Forschungen die für das Gedeihen und Fortkommen

---

[1]) Anfänglich hielt man die Lichtstellen für einen Plattenfehler, bis später immer wiederholte Aufnahmen stets dieselben Lichtpunkte zeigten und somit den Beweis für die wirkliche Existenz in unzweideutiger Weise lieferten. —

[2]) Siehe „Orthochromatische Platten".

dieser Wesen nöthigen Bedingungen, kennen ihre Bilder und charakteristischen Formen in allen Phasen ihres Wachsthums und haben, was von höchster Wichtigkeit ist, auch diejenigen Verhältnisse erforscht, die die Lebensfähigkeit schädlicher Arten herabdrücken oder ganz vernichten.

Was die Mikroskopie der Mineralogie und der Medicin geleistet, hier anzuführen, ist nicht einmal annähernd möglich, wegen der ausserordentlichen Fülle des Materiales; es muss eben eine Andeutung genügen. —

Von dieser hohen Entwickelung und Bedeutung der Mikroskopie ist, wie dies nicht anders zu erwarten stand, die nächste Folge die Einführung bedeutender Fabrikationsneuerungen gewesen.

An der Hand der von namhaften Gelehrten gegebenen theoretischen Berechnungen haben nicht minder tüchtige Techniker Instrumente und Einzelapparate construirt, die an Güte und Vorzüglickeit geradezu erstaunenswerth sind.

Es sind hier besonders die in die neueste Zeit fallenden von Prof. Abbe-Jena eingeführten Neuerungen und Verbesserungen anzuführen, über die sich eingehende Berichte in dem „Archiv für mikroskopische Anatomie“[1]) und den Sitzungsberichten der jenenser medicinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft[2]) befinden.

---

[1]) Bd. X. S. 476.

[2]) Bericht vom 9. Juli 1886.

Erster Abschnitt.

I. Geschichte der Mikrophotographie.

Die Mikrophotographie selbst ist durchaus nicht, wie man vielfach fälschlich annimmt, ein Kind der Neuzeit, ihre Uranfänge reichen vielmehr um ca. 40 Jahre zurück.

Während Daguerre im Jahre 1839 nach vielen, aber vergeblichen Arbeiten, die er theils allein, theils zusammen mit dem bereits 1833 verstorbenen Niepce ausgeführt hatte, endlich zu einem positiven Resultate gelangt war und der Welt die ersten auf einer durch Joddämpfe sensibilisirten versilberten Kupferplatte erzeugten Bilder vorweisen konnte und während es erst im Jahre 1841 Fizeau gelungen war, die dem Daguerre'schen Verfahren anhaftenden Mängel der geringen Empfindlichkeit und der geringen Haltbarkeit zu beseitigen, sehen wir auch schon in demselben Jahre, 1840, die erste Anwendung der Photographie im Dienste der Mikroskopie.

Donné war es vorbehalten, die ersten mittels Mikroskopes aufgenommenen Bilder der Academie der Wissenchaften vorzulegen; es waren nach Daguerre gefertigte Silberplatten, die Bilder von naturwissenschaftlichen und histologischen Objecten zeigten.

Auf diesen, als das Entstehungsjahr der Mikrophotographie wichtigen Zeitpunkt, folgen die nächsten, sehr schönen Arbeiten bereits nach kaum 5 Jahren; doch sind die in dem „Atlas du cours de microscopie exécuté d'après nature au microscope daguerrotype[1]) par A. Donné et L. Foucault" 1845 veröffentlichten Bilder keine Photographien, sondern in Kupfer gestochene Copien der trefflichen Silberplatten. —

Man kannte eben noch nicht das jetzt allgemein übliche Verfahren der Darstellung von Glasnegativen und konnte dement-

---

[1]) So nannte Donné seinen ersten mikrophotographischen Apparat.

sprechend von einer Aufnahme immer nur ein photographisches Bild erhalten.

Erst als nach den Arbeiten von Fox Talbot die Bestrebungen auf die Herstellung von durchscheinenden Negativen[1]) gelenkt waren, und diese Versuche des Weiteren von Legray, Baldus, Tillard und Anderen modificirt und verbessert waren, gelang es dem Neffen des älteren Niepce: Niepce de St. Victor, zuerst durch die Anregungen Sir John Herschels darauf hingeleitet, Dianegative aus Glas herzustellen, die als Träger des lichtempfindlichen Mediums Eiweiss führten.

Als nun an diese Entdeckungen sich des Weiteren diejenigen von Scott, Archer und Frey reihten, welche die ersten aus in Aether gelöster Schiessbaumwolle gefertigten, sensilibirten Glasplatten für Aufnahmen anwandten, war derjenige Zweig der Photographie eröffnet, der sich bis heute noch erhalten hat und der auch den Grund zur Mikrophotographie, wie wir sie heute vor uns sehen, gelegt hat.

Jetzt erst konnte man nach einer gelungenen Aufnahme zahlreiche, gleichwerthige, von jeder beim Zeichnen und Stechen nicht vollkommen auszuschliessenden Subjectivität freie Bilder liefern und es kann uns nicht Wunder nehmen, dass von nun an die Versuche, auf mikrophotographischem Gebiete Tüchtiges zu leisten, stetig im Wachsen begriffen sind.

Es folgen jetzt viele Arbeiten und Veröffentlichungen auf mikrophotographischem Gebiet, die gleichzeitig und nebeneinander in Deutschland, Frankreich und England erscheinen. Ich brauche hier nur auf die Arbeiten von Pohl, Weselcky, Meier, Hartung, Gerlach, Hauer, Moitessier, Nachet, Bertsch, Wenham, Shadholt, Woodword, Hodgson hinzuweisen. Durch die dann erfolgende Veröffentlichung des ganz vorzüglichen Werkes von Dr. Berthold Benecke, der anschliessend und erweiternd an das Moitessier'sche Werk 1868 ein eingehendes Lehrbuch der Mikrophotographie schrieb, wurde es auf's Deutlichste ersichtlich, dass die Mikrophotographie berufen sei, der Medicin und den Naturwissenschaften als wichtiges Hilfsmittel zu dienen und dass Mikrophotogramme nicht bloss den Werth von Raritäten und interessanten photographischen Meisterstücken haben.

---

[1]) Talbot wandte zunächst Papiernegative an und legte solche der Kgl. britischen Gesellschaft vor. Der Mangel derselben bestand einmal in der porösen Structur des Papiers und zweitens in der geringen Durchlässigkeit dieses Mediums für Licht.

Mit Recht konnte Benecke in seinem Werke sagen, dass eine eingehende Besprechung der mikrophotographischen Apparate und derjenigen photographischen Verfahren, welche sich für den Gebrauch des Mikroskopikers am meisten empfehlen, ein zeitgemässes Unternehmen sei, und wenn derselbe Verfasser kurz vorher äussert, dass die Schwierigkeiten, auf die die mikrophotographische Praxis trotz der neuen Verbesserungen der Mikroskope noch oft genug stosse, durch die vereinigten Bemühungen der Mikroskopiker und Mechaniker voraussichtlich bald gehoben sein werden, so hat er sich hierin keineswegs getäuscht.

Die Mikroskope und mikrophotographischen Apparate sind wesentlich verbessert, die Photographie hat Fortschritte gemacht, welche man zu jener Zeit nicht im Entferntesten zu ahnen wagte. —

Verschiedene optische Institute, von denen ich nur Hartnack, Leitz, Seibert und Zeiss anführe, haben sich mit der Construction ganz vortrefflicher und für mikrophotographische Zwecke besonders brauchbarer Linsen beschäftigt und im Verein mit den Bestrebungen tüchtiger Fachgelehrten Erstaunliches geleistet[1]).

Neben diesen praktischen Erfolgen sind die Veröffentlichungen über Mikrophotographie u. dergl. zu einer Zahl herangewachsen, die ein Hundert erheblich übersteigt.

Man hat eben den Werth und die Bedeutung der Mikrophotographie richtig schätzen gelernt.

II. Werth und Wesen der Mikrophotographie.

Wie oft kommt nicht der Forscher in die Lage, von dem unter dem Mikroskop Beobachteten ein möglichst klares und naturgetreues Bild vorlegen zu wollen oder zu müssen? Sei es zu dem Zwecke, für etwaige Erläuterungen Erleichterungen zu schaffen, sei es um gegentheilige Ansichten durch thatsächlichen Beweis zu widerlegen. —

Das Eine ist klar, dass die detaillirteste und treueste Beschreibung mikroskopischer Bilder mit Worten nicht das erreicht, was eine bildliche Anschauung zu geben im Stande ist. Würde demnach eine möglichst exact ausgeführte Zeichnung, wie wir sie

---

[1]) Wir werden auf diese Neuerungen noch eingehend bei dem Besprechen der Objective und Oculare zurückkommen.

z. B. mit dem Nachet'schen Zeichen-Prisma sehr wohl auszuführen im Stande sind, das Beste leisten, so hat dieselbe doch zwei ganz erhebliche in keiner Weise zu unterschätzende Nachtheile:

Einmal ist die Ausführung eines genügenden und alle Einzelheiten genau veranschaulichenden Bildes eine schwierige, äusserst zeitraubende Arbeit und zweitens ist es ein kaum zu erreichendes Ziel, das natürliche Bild bis in die kleinsten und feinsten Details hinein mit sozusagen pedantischer Gewissenhaftigkeit durchaus treu zu copiren und dabei jedwede subjective Idealisirung zu vermeiden. —

Eine Zeichnung des Bildes wird, wenn sie auch noch so gewissenhaft ausgeführt ist, immer mehr oder weniger subjectiv bleiben; denn nicht selten ist man überzeugt, dasjenige wirklich vor sich zu sehen, was man gern sehen möchte.

Dem gegenüber bildet die photographische Aufnahme der mikroskopischen Bilder ein durchaus zuverlässiges Mittel, die gemachten Beobachtungen zu fixiren und in jeder Weise naturgetreu zu copiren.

Vermeidet man nämlich bei der Ausführung der Mikrophotogramme jedwede den Charakter des Bildes verändernde Retouche, so hat man eine durchaus gewissenhafte Copie des Beobachteten.

Neben der verhältnissmässig grossen Schnelligkeit in der photographischen Aufnahme eines Bildes gegenüber der vielfach nicht in der hundertfachen Zeit ausführbaren Zeichnung, liegt ein wesentlicher Vortheil noch darin, dass die Photographie genauer und exacter zeichnet, als das Auge des Mikroskopikers beobachten kann.

Viele feine Details, die man selbst bei sorgfältigster Beobachtung nur unter ganz besonders günstigen Umständen wahrnehmen kann, zeichnet uns die lichtempfindliche Platte mit grösster Präcision und Leichtigkeit. —

Wir haben bei etwaigen wissenschaftlichen Differenzen über gemachte Beobachtungen ein durchaus positives, einwandfreies Beweismaterial im nicht retouchirten photographischen Bilde in Händen und, was ebenso wichtig ist, wir halten in dem Bilde die sich schnell verändernde Erscheinung fest.

Wir sind ferner im Stande, diese Beobachtungen einem beliebig grossen Kreise zugänglich zu machen, sei es durch directes Vorzeigen der Bilder, sei es durch Projection derselben auf grössere Flächen.

Gesetzt den günstigen Fall, wichtige und sehenswerthe mikro-

skopische Präparate hielten sich längere Zeit unveränderlich, so kennt doch jeder Fachmann die grosse Schwierigkeit, welche sich bei der Demonstration derartiger Präparate mit Hilfe des Mikroskopes vor einem grösseren Zuhörerkreis bietet.

Leicht und in gelungener Weise kann man dagegen einem noch so grossen Auditorium in verhältnissmässig kürzester Zeit das Bild der Präparate dadurch vorführen, dass man die von ihnen aufgenommenen Mikrophotogramme mittelst eines geeigneten Projectionsapparates auf eine weisse Wand wirft oder die positiven Papierbilder cursiren lässt.

Halten sich die Präparate nur beschränkte Zeit, oder muss man, wie dies häufig der Fall ist, nacheinander mit demselben Objecte verschiedene, dasselbe verändernde mikrochemische Reactionen vornehmen, so wird, um das Beweismatérial zu fixiren, die Mikrophotographie geradezu unentbehrlich.

Wie oft sind nicht schon solche Fälle vorgekommen, wo bei zwei verschiedenen Sachverständigen über eine Untersuchung Meinungsverschiedenheiten herrschten, und die definitive Feststellung des wahren Thatbestandes hinterher einfach dadurch unmöglich wurde, dass entweder bei der Untersuchung das gesammte Material verbraucht oder die betreffenden Objecte in der inzwischen verflossenen Zeit verdorben waren.

Besonders wichtige Dienste wird deshalb die Mikrophotographie auf dem Gebiete der gerichtlichen Chemie zu leisten berufen sein; hier ist sie eigentlich an ihrem hervorragendsten Platze, denn, während nach dem bereits Ausgeführten die Gutachten über mikroskopische Arbeiten (Blut-, Samen-, Haar-Untersuchungen etc.) niemals positives, absolut objectives Beweismaterial zu liefern im Stande waren, ändert sich dies bei Anfertigung von nicht retouchirten Bildern.

Auf dieselben kann man jeder Zeit zurückgehen und streitige Punkte erledigen; sie tragen den nöthigen, rein objectiven Charakter und geben ein in keiner Weise idealisirtes Bild, das den Acten ebenso wie die etwa in einer Leiche gefundenen und abgesonderten Gifte als positives, nicht anfechtbares Beweismaterial beizufügen ist.

Die Leichtigkeit der Erläuterungen an der Hand solcher Bilder und der Vorzug der unbegrenzten Haltbarkeit treten bei der Mikroskopie in Criminalfällen als nicht minder wichtig in den Vordergrund.

Als der Verfasser dieses Werkchens im Jahre 1881 durch eine kleine Abhandlung bereits auf die Wichtigkeit der Mikrophotographie im Allgemeinen wie im Besonderen für die Praxis des Gerichtschemikers hinwies und im darauffolgenden Jahre auf der 55. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Eisenach recht gut gelungene Mikrophotogramme, die als Beweismaterial bei den bekannten Bochumer Lustmorden dienten, vorlegen konnte, musste er auf nur einen Mangel der Mikrophotographie in ihrer damaligen Gestalt hinweisen, nämlich den, dass sie den Mikroskopiker in beständige Abhängigkeit vom Tageslicht setze.

Sind wir doch in unserem nördlichen Klima nicht gar zu oft in der Lage klaren, unbewölkten Himmel zur Verfügung zu haben und fehlt es uns demnach oft an dem zur Aufnahme nöthigen directen Sonnenlicht.

Dieser Uebelstand tritt für die Aufnahmen bei schwächeren Vergrösserungen zurück, weil man sich bei ihnen schon seit Jahrzehnten des diffusen Tageslichtes sowohl, wie künstlicher Lichtquellen mit gutem Erfolge bedient hat.

Bei starken Vergrösserungen jedoch ist der Mangel an klarem Sonnenlicht um so fühlbarer, je höher die Vergrösserung steigt und es war deshalb die Erfindung der hochlichtempfindlichen Bromsilberemulsionsplatten nur mit Freuden zu begrüssen.

Diese Erfindung gab Gelegenheit sich der unbequemen Abhängigkeit zu entledigen und zu jeder Zeit Aufnahmen zu machen, da von nun an der Anwendung künstlichen Lichtes die Wege geebnet waren.

Durch Wegräumung dieses letzten Hindernisses, das immer noch lähmend auf ihre Entwickelung wirkte, ist der Mikrophotographie ihr Arbeitsfeld erst voll und in seiner ganzen Weite eröffnet worden.

Kann der Mikroskopiker jederzeit von einem gerade vorhandenen Präparate seine Aufnahmen machen und braucht nicht, wie dies bei ausschliesslicher Anwendung des Sonnenlichts oft vorkam, tage- und wochenlang auf klaren unbewölkten Himmel zu warten, so hat die Mikrophotographie erst unbeschränkten Werth für ihn.

Wie oft haben sich nicht früher Präparate, von denen der Mikroskopiker gern ein photographisches Bild als absolutes Beweismaterial vorgelegt hätte, während er vergeblich auf den langersehnten Sonnenschein harrte, zersetzt und so die Aufnahme überhaupt unmöglich gemacht; wie oft hat nicht gerade ein bestimmtes Stadium der Entwickeluug des Untersuchungsobjectes, an dessen

Fixirung und Nachweis dem Botaniker oder Mediciner besonders viel lag, während des Abwartens eines zur Beleuchtung nothwendigen hellen Sonnentages, diese Stadien bereits überschritten und ist auf diese Weise unbrauchbar geworden?

Solche Zersetzungen und Veränderungen fallen dann aber besonders schwer ins Gewicht, wenn die von ihnen gefertigten Mikrophotogramme in der Praxis des Gerichtschemikers als einzig vorhandenes objectives Beweismaterial dienen sollen.

Gerade Flecken von Blut, Samenfäden (Spermatozoïden) sind immer solcher Zersetzung, oft innerhalb weniger Stunden, ausgesetzt, besonders wenn sie, wie dies häufig der Fall ist, mit Koth, Schleim und dergleichen vermischt sind.

Verfasser hat deshalb seit 7 Jahren bereits die Anwendung des künstlichen Lichtes bei der Mikrophotographie zu seinem besonderen Studium gemacht und ist es ihm jetzt gelungen, unter allen Umständen brauchbare Resultate zu erzielen.

Diese eigenen Erfahrungen in Verbindung mit den von anderen Forschern gemachten wiederzugeben, ist Zweck der nachfolgenden Ausführungen und soll nur noch hier bemerkt werden, dass vor Allem darauf Rücksicht genommen ist, mit möglichst einfachen, nicht zu theuren Apparaten und Materialien zu arbeiten und doch gute Resultate zu erzielen.

Nur wenn ein Verfahren neben dem Vorzuge der einfachen Ausführbarkeit diejenigen der Möglichkeit einer Anwendung ohne Abhängigkeit von Zwischenfällen und Zufälligkeiten, und der verhältnissmässigen Billigkeit in seiner Durchführung bei gleichzeitiger Erzielung genügender Resultate in sich trägt, hat es Aussicht auf weitere Ausdehnung und Verbreitung. —

In wieweit dies gelungen ist, mögen die folgenden praktischen Erörterungen des Näheren klar stellen. —

Zweiter Abschnitt.

I. Die Lichtarten.

Wie für die Güte einer Zeichnung einmal die Fähigkeit des ausführenden Künstlers und dann die Brauchbarkeit des angewandten Materials massgebend ist, so kommt es ebenso für die Mikrophotographie zunächst auf die Fähigkeit des Zeichnenden, des Lichtes, und die mehr und minder genügende Brauchbarkeit des Materiales, der Apparate und Hilfsmittel, an. —

Diese Factoren sind also zunächst in Betracht zu ziehen, und beginnen wir deshalb mit Besprechung des Lichtes:

Es stehen uns die verschiedensten Lichtquellen zur Verfügung, von denen das natürliche Licht, das Sonnenlicht, die bei weitem bequemste und billigste Quelle bildet; nachdem kommen die verschiedenen künstlichen Lichtquellen in Betracht.

Zunächst sollen nun die einzelnen Lichtquellen besprochen werden und später auf die Art und Weise der Beleuchtung des näheren eingegangen werden. Welche ausschlaggebende Bedeutung die Einführung des künstlichen Lichtes gerade für die Mikrophotographie haben musste und thatsächlich gehabt hat, ist in vorstehendem Capitel beschrieben; in Nachstehendem ist aus diesem Grunde ganz besonders auf die künstlichen Lichtquellen Rücksicht genommen worden. Die Vorzüge und Nachtheile resp. Beschränkungen in der Anwendbarkeit der einen oder anderen finden sich in den einzelnen, die betreffende Lichtquelle behandelnden Abtheilungen.

Das Sonnenlicht.

In dem directen Sonnenlichte haben wir die stärkste Lichtquelle zu unserer Verfügung. Wir bedürfen nur geeigneter Apparate, um dasselbe für unsere speciellen Zwecke nutzbar und brauch-

bar zu machen, da es ohne Weiteres durchaus nicht zur Beleuchtung mikroskopischer Objecte verwendbar erscheint. Einmal würden bei directer Verwendung des Sonnenlichtes auffällige Diffractionserscheinungen eine äusserst störende Wirkung üben, dann würde durch das Vorrücken der Sonne am Himmel stets die Einfallaxe der Strahlen verändert werden, und drittens endlich würde das blosse unveränderte Sonnenlicht für alle Fälle, bei denen es sich um stärkere Vergrösserung handelt, an Intensität nicht zureichend sein. —

Dem ersten und dem letztbezeichneten Mangel helfen wir, wie auch bei den sämmtlichen anderen Lichtquellen, durch die weiter unten beschriebene Anordnung des Beleuchtungsapparates ab, den zweiten Uebelstand heben wir durch Anwendung eines Heliostaten auf.

Derselbe besteht in einem durch Uhrwerk constant und in der Weise gedrehten Spiegel, dass die von demselben reflectirten Strahlen der Sonne stets in ein und derselben Axe reflectirt werden. Der Apparat selbst wird mit seiner Hauptträgeraxe in die Richtung der Weltaxe gestellt, ist dies geschehen, so liefert derselbe für den ganzen Tag ein constant in derselben Richtung reflectirtes Strahlenbündel.

Da jedoch der Heliostat, wenn er exact arbeiten soll, ein sehr theures Instrument ist, so sucht man ihn auch durch einen mit der Hand regulirbaren Spiegel, der um eine verticale und eine horizontale Axe drehbar ist und den man am besten am Ende der unten eingehend zu beschreibenden Beleuchtungsapparate anbringt, zu ersetzen.

Man darf übrigens durchaus nicht glauben, dass das Licht der unbewölkten Sonne stets gleiche Intensität habe und man deshalb stets gleiche Zeit zu exponiren habe. Die Intensität der Sonne ändert sich nicht nur mit der Lage des Ortes, sondern auch mit der Tages- und Jahreszeit und hängt zudem ganz erheblich von dem herrschenden Luftdrucke und der Witterung ab.

Dass die Intensität des Sonnenlichtes mit der Zenithdistanz abnimmt, ist einleuchtend; das Sonnenlicht hat, je näher die Sonne dem Horizonte rückt, eine desto längere Schicht der die Lichtstrahlen absorbirenden Atmosphäre zu durchlaufen. Aus diesem Grunde ist auch seine Intensität am Morgen und Abend schwächer als am Mittag, im Winter schwächer als im Sommer, an dem Aequator näher liegenden Orten stärker als in der Nähe der Pole.

Zur Zeit der Aequinoctien verhalten sich nach Bunsen's Angaben z. B. die Lichtintensitäten: in Cairo, Heidelberg, Irland wie 105 : 57 : 21 zur Mittagszeit, bei Abend oder Morgen (3 resp. 9 Uhr) wie 50 : 24 : 6.

Die Höhe des Luftdruckes übt ebenfalls einen sehr wesentlichen Einfluss auf die Sonnenintensität, unter übrigens gleichen Verhältnissen, aus. So verhält sich z. B. die Intensität bei einem Druck von 750 mm : 700 mm wie 35 : 37. Wir sehen also bei steigendem Luftdruck fällt die Intensität. Wie stark überhaupt die Absorptionskraft der Atmosphäre für Licht ist, hat Bunsen des näheren bestimmt; er fand, dass bei einem Luftdruck von 700 mm und der vorhandenen Dicke der zu durchdringenden Luftschicht die Absorption eine derartig starke ist, dass $^9/_{10}$ der ursprünglichen Intensität verloren geht und nur $^1/_{10}$ wirklich zu uns gelangt. — —

Ein ganz erhebliches Hinderniss gegenüber den so schwer wiegenden Vortheilen in der Anwendung des directen Sonnenlichtes liegt ferner vor allem darin, dass es nicht stets zur Verfügung steht und allzu oft tage- und wochenlang vollständig ausbleibt. Welche erheblichen Nachtheile hieraus erwachsen und wie oft dadurch der Zweck der Mikrophotographie vollständig vereitelt, der Werth herabgesetzt wird, ist oben bereits eingehend geschildert. Deshalb ist man auch dauernd bemüht gewesen, sich von dieser Abhängigkeit vollständig frei zu machen und mit Lichtquellen zu arbeiten, die man nach seinem eigenen Wunsche und Willen jederzeit und an jedem Orte zur beliebigen Verfügung hat.

Dies sind die künstlichen Lichtquellen. Bevor wir jedoch auf dieselben näher eingehen, wollen wir noch kurz einer mit dem Sonnenlicht in engster Beziehung stehenden Lichtquelle Erwähnung thun, nämlich des diffusen Tageslichtes.

Das diffuse Tageslicht.

Gegenüber dem directen Sonnenlichte haben wir im zerstreuten Tageslichte eine stets vorhandene, durchaus sichere und zweckmässige Lichtquelle. Dieselbe ist aber wegen ihrer sehr geringen Intensität nur bei schwachen Vergrösserungen anwendbar und muss dann noch ganz besonders modificirt werden.

Hätten wir in den von der Sonne beleuchteten weissen Wolken einen feststehenden natürlichen Lichtschirm, so wäre dies der beste

Reflector für diffuses Licht. Da dem aber nicht so ist, wendet man in der Praxis besser grössere reflectirende weisse Flächen in Gestalt von Schirmen an, die man in entsprechender Entfernung, von der Sonne stark beleuchtet, aufstellt.

Mit der Grösse der Schirme wächst natürlich die Lichtintensität in gleichem Verhältniss. Mit der Entfernung des gleichen Schirmes nimmt sie im umgekehrten quadratischen Verhältnisse ab.

Die Grösse und die Entfernung des reflectirenden Schirmes, den man am besten aus weissem Papier fertigt, wird also genau den gegebenen Verhältnissen anzupassen sein.

Wendet man, wie dies fast stets nöthig, zur Concentration der Lichtstrahlen ein Linsensystem von kurzer Brennweite (Dujardin oder Abbe) an, so muss man darauf achten, dass das von demselben entworfene Bild des Schirmes (resp. eines auf demselben befestigten Merkmales: Kreuz oder dergleichen) genau in der Ebene des zu beobachtenden Objectes liegt.

Dass dies der Fall ist, controlirt man in der Art, dass man zunächst das Object scharf einstellt und dann den reflectirenden Spiegel resp. die Axe des ganzen Systems gegen den reflectirenden Schirm richtet, ohne an der Einstellung etwas zu ändern. Nun bringt man den Schirm in diejenige Entfernung, dass, durch das Mikroskop betrachtet, das Bild des auf demselben befestigten Merkzeichens ebenfalls absolut scharf einsteht. Ist dies geschehen, so hat man die günstigste Stellung des Schirmes gefunden[1]).

Benutzt man helle Wolken, so nimmt man statt des Schirmes ein möglichst weit entfernt liegendes Object (Baum, Haus und dergleichen), auf das man in der eben beschriebenen Weise einstellt; nachdem dies geschehen, wendet man den Spiegel oder Apparat den Wolken zu.

Nicht zu empfehlen ist es, wie man dies des Oefteren beim Mikroskopiren selbst thut, den Reflex von Gebäuden und anderen hellen Gegenständen zu benutzen; dieselben sind meist nicht von rein weisser Farbe und wirken aus diesem Grunde nur äusserst lichtschwach und wenig actinisch.

Dass übrigens ein schwach weissbewölkter Himmel eine bei

---

[1]) Dass man bei schwächerer Vergrösserung, also bei einer grösseren zu beleuchtenden Fläche entweder den Schirm vergrössern oder dem Mikroskop nähern muss, ist unmittelbar klar.

Weitem grössere Lichtintensität zeigt, als ein rein blauer, wolkenloser Himmel, haben die Versuche Bunsen's, dem wir ja so Vieles auf dem Gebiete der Optik zu danken haben, zur Evidenz erwiesen, und führen wir dieselben, da sie für den Mikrophotographen von Werth sind, an.

Bunsen selbst giebt diese Beobachtungen in den Poggendorfschen Annalen (108 S. 237) wieder und führt erklärend aus: In den Morgenstunden von 7 Uhr bis 12 Uhr sei am qu. Tage ein Wolkenschleier von stetig wechselnder Dichtigkeit gewesen, der die Sonne

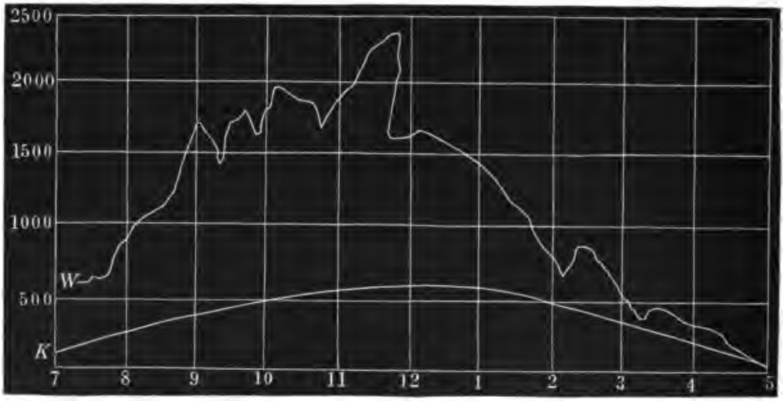


Fig. 1.

nur schwach durchscheinen liess; diese Trübung habe allmählich abgenommen, bis nach 2 Uhr und 3 Uhr nur noch einzelne lichte Wolken über den Zenith zogen und nach 3 und 4 Uhr der Himmel ganz wolkenlos war. Dies ist in der beifolgenden, nach Bunsen gegebenen Curve (*W*), die neben der Curve bei wolkenlosem Himmel (*K*) gezeichnet ist, recht anschaulich sichtbar.

Bei der leichten Bewölkung überragt die Intensität des von den weissen Wolken reflectirten Lichtes diejenige des blauen Himmels um das Vierfache, während sie bei dichtem Wolkenhimmel derselben fast gleich wird. —

Die Zahlen auf der Verticalen der Curve zeigen die Lichtintensität in Graden, diejenigen auf der Horizontalen die Beobachtungszeiten an.

Wie erwähnt, kann man das diffuse Tageslicht, obwohl es die billigste, bequemste und einfachste Lichtquelle ist, doch nur, selbst

bei Anwendung der empfindlichsten Platten, bei verhältnissmässig schwachen Vergrösserungen anwenden.

Man ist deshalb bei stärkeren Vergrösserungen, wenn man sich von dem variablen, nie beständigen Sonnenlichte emancipiren will, stets angewiesen auf

Die künstlichen Lichtquellen.

Wir haben hier zunächst diejenigen Lichtquellen zu unterscheiden, welche in Bezug auf ihre Lichtstärke und Intensität mehr dem directen Sonnenlichte zuneigen und dann auf diejenigen einzugehen, welche sich dem diffusen Tageslicht näher stellen.

Die Ersteren erfordern bei photographischen Aufnahmen eine verhältnissmässig kurze Expositionszeit, während Letztere zwar sehr gute und scharfe Bilder liefern, jedoch die Expositionszeit ganz erheblich, oft auf 20—30 Minuten, verlängern.

Zu der ersten Gruppe gehören:

1. das elektrische Bogenlicht,
2. das Magnesiumlicht,
3. das Knallgaskalklicht,

zur zweiten:

1. das Glühlicht, a) elektrisch,
   b) von Auer,
2. das Gaslicht,
3. das Petroleumlampenlicht etc.

Reichen die unter die zweite Gruppe gestellten Lichter für viele Fälle der Praxis und selbst auch bei stärkeren Vergrösserungen aus, so haben sie doch durchgängig einen recht erheblichen Nachtheil: Sie verlangen bei starken Vergrösserungen eine sehr erheblich lange Expositionszeit.

Kommt es nun auch bei Dauerpräparaten, die in ihrer einmal eingenommenen Lage fest und unverrückbar bleiben, durchaus nicht darauf an, ob man ein Object 1 oder 20 Minuten oder gar noch länger exponirt, so hat diese lange Exposition doch in vielen Fällen ihre grossen Nachtheile, ja, sie ist vielfach ganz unmöglich.

Liegen z. B. flüssige und bewegliche Präparate zur Aufnahme vor, wie dies in der Praxis des forensischen Chemikers und Mikroskopikers nur gar zu oft und fast ausschliesslich vorkommt, so ist es schwierig, dieselben 20 Minuten und länger in absolut fester

unveränderlicher Lage zu erhalten. Wendet man hingegen stärkere Lichtquellen der ersteren Gruppe an, so kommt man schon mit Expositionszeiten von höchstens einigen Minuten, meist aber nur Secunden aus.

Die Präparate auf diese kürzere Zeit unbeweglich zu halten, ist bei Weitem leichter und sicherer. —

Dasselbe gilt von der Stabilität des ganzen Apparates überhaupt. Wer jemals genöthigt gewesen ist, seine Arbeiten in einem auch von anderen Leuten bewohnten Hause auszuführen (und dies wird leider das Loos der Meisten sein, denn nur selten steht ein sonst unbenutzter und streng zu isolirender Raum zur Verfügung), wird es oft genug empfunden haben, wie sich jede Erschütterung, jedes Thürwerfen selbst dem am festesten gebauten Apparate mittheilt.

Dass solche Erschütterungen sich dem ganzen Apparate und besonders auch flüssigen unverkitteten Objecten mittheilen, liegt auf der Hand, ebenso wie es unmittelbar klar ist, dass sich bei einer nur 1 bis 2 Minuten oder dem Bruchtheil einer Minute dauernden Expositionszeit derartige Störungen bei Weitem leichter vermeiden lassen, als bei einer 20 volle Minuten und länger dauernden Expositionszeit. Unter diesen Umständen liegt eben zweifellos in der Schnelligkeit der Aufnahme, wie schon Benecke sehr zutreffend bemerkt, „eine der hauptsächlichsten Garantien für das Gelingen derselben!"

Noch erheblicher tritt diese Verlängerung der Expositionszeit, als unangenehm, da zu Tage, wo es die Natur des zu fixirenden Objectes erforderlich macht, solche Medien in den Weg des Lichtes einzuschalten, die die Intensität desselben um ein Erhebliches herabmindern.

Solche Fälle treten einmal bei der später näher zu beschreibenden Einschaltung gefärbter Scheiben, und ferner bei der Anwendung von polarisirtem Lichte ein.

Kann man bei diesen, in der Praxis nur allzuhäufigen Fällen mit den Beleuchtungen der zweiten Gruppe überhaupt kaum mehr brauchbare Resultate wegen Lichtmangels und allzulanger Exposition erreichen, so genügen für diese Untersuchungen die Beleuchtungen der ersten Gruppe vollständig.

Dass man endlich mit sehr lichtempfindlichen Platten[1]) unter

---

[1]) Bernaert- und Momentplatten.

Anwendung der ersten Gruppe der Lichtquellen noch da sehr schöne Augenblicksbilder erzeugt, wo dies mit den Lichtquellen der zweiten Art bereits unmöglich ist, ist von selbst einleuchtend.

Durch die mir von Herrn Medicinalrath Prof. Birch-Hirschfeld-Leipzig freundlichst gemachte Mittheilung, dass er beim Färben lebender Mikroorganismen (Bacillen etc.) ganz vorzügliche Resultate erzielt hat, wird die Wichtigkeit und Nothwendigkeit einer kurzen Expositionszeit noch mehr erwiesen. Photographische Aufnahmen von lebenden Wesen müssen, da bei ihnen jede Deformation und Einschrumpfung ausgeschlossen ist, stets und ständig noch naturgetreuere Bilder geben als solche von selbst den besten eingetrockneten Präparaten.

Es ist aus allen diesen Gründen das Bestreben des Verfassers bei seinen jahrelangen Versuchen gewesen, nachdem es ihm bereits gelungen war, mit Beleuchtungsquellen der zweiten Gruppe gute Resultate selbst bei sehr starken Vergrösserungen zu erzielen, die dabei unbedingt nöthige lange Expositionsdauer abzukürzen und durch Nutzbarmachung einer billigen und leicht zu behandelnden Lichtquelle erster Gruppe kürzere Expositionszeit und die dabei möglich werdenden Vortheile zu schaffen, um auf diese Weise die Mikrophotographie **vollständig** vom directen Sonnenlicht **unabhängig** hinzustellen. —

Da sich bei diesen Versuchen das Drumond'sche Kalklicht als das in Bezug auf Billigkeit, Leichtigkeit der Handhabung im Verhältniss zu seiner Leistungsfähigkeit geeignetste Licht erwiesen hat, soll demselben in Bezug auf seine Darstellung und Anwendung ein eingehender Theil gewidmet werden.

Auch die anderen beiden Lichtquellen werden, soweit dies im Rahmen des Werkes passt, besprochen werden, da sie für die Zwecke der Projection und Vergrösserungen von Mikrophotogrammen von erheblicher Bedeutung sind. —

1. Das elektrische Bogenlicht.

Nächst dem directen Sonnenlicht, das, wie wir im Vorstehenden des Näheren gesehen, zwar die stärkste Intensität hat, uns aber nicht stets zur Hand ist und dieserhalb manchen Nachtheil in seiner Anwendung zeigt, haben wir die stärkste und chemisch kräftigste Lichtquelle in dem elektrischen Bogenlichte.

Gerade das Bogenlicht hat innerhalb des letzten Decenniums eine ungeahnt ausgedehnte Anwendung im Gebrauche des täglichen Lebens gefunden und ist es deshalb nicht zu verwundern, dass die Technik in der Herstellung möglichst gut und sicher arbeitender Bogenlichtlampen ihr Bestes geleistet hat.

Wir können für unsere Zwecke nur diejenigen Lampen in Betracht ziehen, welche ein Licht geben, das trotz der stetigen Abnützung der Kohlenspitzen stets auf ein und demselben Punkte erhalten bleibt. Die Jablochkoff'schen Kerzen und solche Apparate, bei denen sich der Lichtpunkt während des Brennens verändert, fallen demnach von selbst fort.

Zur Anwendung können ferner von diesen Bogenlichtlampen nur diejenigen kommen, welche eine selbstthätige Regulirung haben, da keinesfalls neben den Arbeiten der Einstellung und Aufnahme bei mikrophotographischen Arbeiten für den Experimentator noch Zeit zu einer genauen Regulirung des elektrischen Lichtes durch Handbetrieb übrig bleibt. —

Es ist hier eine derartig grosse Anzahl von Constructionen vorhanden und sind mit den verschiedenen Arten so günstige Resultate erzielt worden, dass es nicht in den Rahmen dieser Beschreibung passen kann, eine oder die andere des Näheren mit allen ihren Vorzügen zu besprechen.

Wir begnügen uns damit, ein kurzes allgemeines, principielles Bild der Anordnung von einer für unsere Zwecke brauchbaren Lampe zu geben, und verweisen im Uebrigen auf die in den Specialwerken gemachten Angaben.

Die Fig. 2 und 3 geben die Hefner-Alteneck'sche Lampe, wie sie von Siemens & Halske gefertigt wird. Die Zuleitungsklemmen (+, —) und der Träger der unteren Kohle sind durch Hartgummi isolirt, während der Träger der oberen Kohle mit dem oberen Lampengehäuse in leitender Verbindung steht. Beide Kohlenträger greifen mittelst Zahnstange in zwei verschieden grosse, auf derselben Axe feststehende Zahnräder ein und werden dadurch sich stets so bewegen, dass sich die Kohlenspitzen immer am gleichen Punkt beim Verbrennen halten. Die Regulirung geschieht in folgender Weise:

Der Strom geht von Klemme + durch den Elektromagneten *E*, von da in das Gehäuse, durch den Träger *a* zur oberen Kohle, durch die untere Kohle und den isolirten Träger *b* zur Klemme —

Wird der Elektromagnet E durch den ihn umkreisenden Strom magnetisch, so zieht er den Anker A an und schiebt durch Bewegung des Winkelhebels AKS den oben am letzteren befindlichen Sperrhaken m nach links. — Gleichzeitig berührt aber auch der Contact h die Klemme +, schliesst den Strom kürzer, also unter Ausschaltung des Elektromagneten, der somit unmagnetisch wird. Der Winkelhebel wird nun durch die mit der Schraube r regulirte Feder p in seine alte Stellung zurückgedrückt, der Contact hört auf, der Elektromagnet wird wieder magnetisch und das Spiel beginnt von neuem, den Haken m in oscillirende, das Rad in drehende Bewegung versetzend, durch die die Kohlenspitzen von einander entfernt werden. — Ist die Entfernung der Spitzen so gross geworden, und hierdurch der Strom derartig geschwächt worden, dass er im Elektromagneten eine nicht mehr der regulirbaren Kraft der Feder p gleiche Anziehungskraft erzeugt, so fällt der Winkelhebel AKS zurück und die durch das Zurücktreten des Hakens M freigegebenen Räder lassen die Kohlenspitzen sich durch das Uebergewicht des oberen Trägers einander nähern. — Durch diese Annäherung wird nun aber der Strom wieder stärker und bei Erreichung einer ganz bestimmten Stärke be-

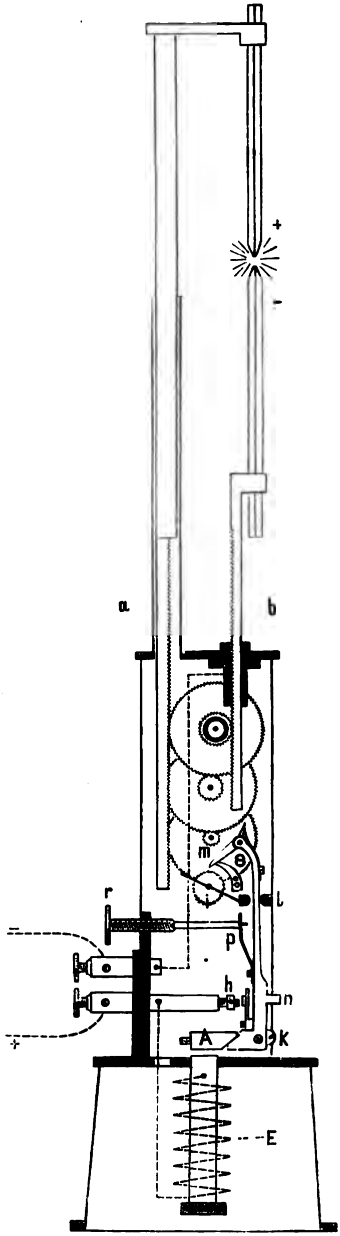


Fig. 2.

ginnt die Function des Elektromagneten von Neuem. — Auf diese Weise werden die Kohlenspitzen stets in richtiger Entfernung von einander und immer auf demselben Punkte bleiben.

Für Projectionszwecke reicht diese Centrirung des leuchtenden Punktes sehr gut aus, für mikrophotographische Aufnahmen macht sich aber doch noch das allerdings sehr geringe Hin- und Herspringen des Lichtbogens als Mangel bemerkbar, da es in diesem Falle auf ein Feststellen des leuchtenden Punktes auf einen ganz bestimmten kleinen Raum ankommt und selbst schon ein Schwanken um nur $^1/_4$ mm Fehler verursacht.



Fig. 3.

2. Das Magnesiumlicht.

Nächst dem elektrischen Lichte ist das vom verbrennenden Magnesium entwickelte Licht dasjenige, welches die stärkste chemische Wirkung auf die lichtempfindlichen Platten ausübt. — Die Lichtintensität ist nach den von Prof. Bunsen ausgeführten eingehenden Bestimmungen eine derartige, dass sie, wenn pro Minute ein Decigramm Magnesium verbrannt ist, nur sechsunddreissig Mal geringer ist als diejenige des directen Sonnenlichtes. —

Stand früher der Anwendung des Magnesiums der verhältnissmässig hohe Preis desselben entgegen[1]), so ist dieser Preis durch die patentirte Erfindung des Dr. Grätzel, nach welcher das Magnesium durch Elektrolyse direct gewonnen wird, bedeutend herabgegangen. Nach den uns vom Erfinder gemachten Mittheilungen wird derselbe sich auf 75 M. pro 1000 g und bei grösserem Verbrauch noch erheblich niedriger stellen. —

Besonders, da es nach Benecke's Versuchen noch möglich ist, die Intensität desselben um ca. ein Drittheil dadurch zu erhöhen, dass man statt eines einfachen Magnesiumdrahtes eine aus zwei Magnesium- und einem Zinkdrahte geflochtene Schnur verbrennt,

---

[1]) Das Gramm kostete noch vor 10 Jahren ca. 1 Mark und mehr.

müsste das Magnesiumlicht die Hauptlichtquelle für den Mikrophotographen bilden.

Leider haften demselben aber zwei recht erhebliche Nachtheile an, die nur allzu sehr geeignet sind die Vorzüge zu paralysiren und in Schatten zu stellen.

Einmal ist ein unvermeidlicher Uebelstand, dass das Magnesium beim Verbrennen einen starken weissen Rauch von Magnesiumoxyd ausstösst. Hat man den Rauch auch durch eigens hergerichtete Ventilationsapparate abzuführen versucht, so ist es, abgesehen von dieser grossen Unbequemlichkeit, doch nicht vollends zu vermeiden, dass sich bei längerer Beleuchtung die dem Magnesium zunächst befindlichen Linsen und Reflectionsspiegel mit einem feinen, immer mehr wachsenden Anflug überziehen, der sowohl die Reflexion der Spiegel, wie die Klarheit der Linsen stark beeinträchtigt und das so nöthige Licht in hohem Grade abschwächt.

Will man diese Uebelstände, was übrigens kaum angeht, durch öfter wiederholtes Reinigen der betreffenden Theile beseitigen, so werden die letzteren mit der Dauer der Zeit stark angegriffen und leicht Beschädigungen ausgesetzt.

Der zweite, aber bei weitem noch mehr ins Gewicht fallende Nachtheil des Magnesiumlichtes ist der, dass es selbst mit den besten bis heute bekannten Regulatoren[2]) nicht möglich ist, ein vollkommen sicheres und wirklich constantes Licht zu erreichen.

Es findet stets ein Hin- und Herschieben des eigentlich leuchtenden Punktes statt und, da wir denselben genau auf einen ganz bestimmten und sehr kleinen Fleck des Objectes nothwendiger Weise concentrirt haben müssen, wird hierdurch das Gesichtsfeld ganz unregelmässig bald intensiv, bald schwach, bald gar nicht beleuchtet.

Bei der von Benecke construirten Lampe ist dies weitmöglichst zu beseitigen gesucht (Fig. 4). In dieser Lampe wird der durch das Uhrwerk (*C*) gleichmässig von der Rolle (*G*) abgerollte und durch die Hülse (*H*) in den Brennpunkt des Hohlspiegels (*I*) geleitete Magnesiumdraht dadurch in dem Brennpunkte festgehalten, dass an der Messinghülse sich ein kleines Netz aus Messingdraht befindet (*K*). Das Netz, welches eine horizontale Lage hat, fängt

---

[2]) Siehe O. Ney's pat. Regulator, der für schwache Vergrösserungen Vollkommenes leistet und der in den unten beschriebenen Projectionsapparaten Verwendung findet.

den brennenden Magnesiumdraht, wenn derselbe sich etwa zu tief senken will, auf und verhindert auf diese Weise, dass der leuchtende Theil desselben sich erheblich aus dem Brennpunkte entfernen kann.

Hat sich zu viel Magnesiumoxyd auf dem Netze angesammelt,



Fig. 4.

so soll man dasselbe durch Abklopfen in den unterstehenden Kasten (*L*) fallen lassen.

Dieser Art hatte der Verfasser zu seinen Versuchen, betreffend die Brauchbarkeit des Magnesiums den Apparat ebenfalls angeordnet und gelang es ihm trotz sehr zahlreicher Versuche, die er mit dem ihm von Dr. Grätzel in liebenswürdigster Weise zur Verfügung ge-

stellten Magnesium anstellte, nur bei Vergrösserungen von geringer Stärke wirklich gute Resultate zu erzielen. Bei stärkeren Vergrösserungen trat stets ein mehr oder weniger starkes Schwanken des Lichtpunktes ein, das störend wirkte und vielfach die Aufnahmen vollkommen misslingen liess. — Dasselbe war der Fall bei der ganz vorzüglichen Ney'schen Magnesiumlampe, die, obwohl für schwächere Vergrösserungen vollkommen genügend, für stärkere Vergrösserungen ebenfalls nicht ausreichte.

Dieselbe, die in Fig. 5 wiedergegeben ist, führt den Rauch vom vərbrennenden Magnesium durch den Schlot ab, während das bei der Verbrennung entstehende compacte Magnesiumoxyd durch eine geeine geeignete, mittelst Uhrwerk in Bewegung gesetzte Greif-Vorrichtung in den unter dem Reflector sichtbaren Kasten abgestreift wird. —



Fig. 5.

Bevor wir also nicht in dem Besitz einer mit entsprechender und absoluter Sicherheit den Brennpunkt des Systemes und den Leuchtpunkt des verbrennenden Magnesiums vereinigenden Lampe sind, scheint das Magnesiumlicht so grosse Vortheile es auch sonst durch seine besonders starke actinische Wirkung bieten mag, nur einer sehr beschränkten Anwendung im Dienste der Mikrophotographie fähig zu sein und reicht für starke Vergrösserung nicht in genügender Weise hin, da bei dem Schwanken des Lichtpunktes man unmöglich im Stande ist, genau die Expositionszeit wegen des Intermittirens abzumessen. Es bleibt deshalb von den starken Lichtquellen der ersten Gruppe für die ausführliche Besprechung nur noch übrig:

3. Das Kalklicht.

Das Knallgaskalklicht oder Drummond'sche Kalklicht ist von jeher in Bezug auf seine Anwendbarkeit für Mikrophotographie recht stiefmütterlich behandelt worden.

Während Viele es bei Aufzählung der künstlichen Lichtquellen mehr aus historischem Interesse aufnehmen und dabei bemerken, dass es wegen seiner im Verhältniss zur Helligkeit geringen actinischen Wirkung und wegen seiner verhältnissmässig unbequemen und umständlichen Darstellung keine oder doch nur sehr geringe Aussicht auf Einführung in die Mikrophotographie habe, übergehen Andere es überhaupt als ganz unbrauchbar mit Stillschweigen. —

Und doch kann es, wie die vielen und eingehenden Versuche des Verfassers gelehrt haben, heute — nach Einführung der lichtempfindlichen Trockenplatten — bei richtiger Anwendung sehr gute Resultate ergeben.

Es ist berufen überall da einzutreten, wo die allerdings sehr bequemen, leicht zu beschaffenden Lichtquellen der zweiten Gruppe nicht mehr genügend an Lichtstärke sind und den Dienst aus irgend welchem Grunde versagen.

Das Kalklicht giebt bei übrigens gleicher Ausführung des Versuches, das heisst bei Anwendung derselben Platten etc., ein derartig starkes Licht, dass die Expositionszeit gegenüber der mit den besten Petroleumlampen erzielten auf ca. die 500—700 mal geringere Zeit und noch weniger herabgemindert wird.

Während man bei Anwendung gewöhnlicher Trockenplatten, wie sie für Portrait- und Landschafts-Aufnahmen Anwendung finden, selbst bei den besten Petroleumlampen (siehe diese) noch einer Expositionszeit von 15—20 Minuten und mehr zur Aufnahme der Vergrösserungen von ca. 750 linear bedarf, setzt die Anwendung eines geeigneten Kalklichtes diese Zeit auf das 500—700fach geringere Maass herab.

Kommt es nun auch bei gut verkitteten, festliegenden Dauerpräparaten meist durchaus nicht darauf an, ob man 2 oder 20 Minuten exponirt, so liegen doch die Dinge bei Anwendung frischer unverkitteter Präparate wesentlich anders.

Den Werth einer kürzeren Exposition bei Einschaltung von gefärbten Gläsern und Polarisationsapparaten, Apparaten, deren Anwendung in vielen praktischen Fällen durchaus unumgänglich ist, haben wir oben (S. 18) bereits des Näheren beleuchtet.

Einen weiteren, gerade für unsere Zwecke höchst erheblichen Vortheil bietet das Kalklicht in Folgendem:

Bei besonders starken Vergrösserungen kommt es vor allem

darauf an, das Licht möglichst gut zu centriren und auf einen kleinen Punkt zu vereinigen. Dieser Punkt nun muss mit dem zur Aufnahme bestimmten Theil des Objectes identisch sein. Wie dies am besten zu geschehen hat, werden wir weiter unten bei der Besprechung der Beleuchtungsarten sehen, das Eine aber ist schon jetzt ersichtlich, dass je kleiner (und damit zugleich je intensiver) ein Lichtpunkt ist, er desto fester und unverrückbarer bleiben muss.

Bei Anwendung von Lampenlicht und dergleichen haben wir es immer mit einer verhältnissmässig grösseren Lichtquelle zu thun, und es kommen demgemäss die kleinen Schwankungen nicht in Betracht, die bei elektrischem Lichte und den andern beiden Lichtquellen der ersten Gruppe schon von wesentlichem Nachtheil sind.

Dass eine Aufnahme nie gut gelingen kann und wird, wenn sich der Lichtpunkt, der zur Beleuchtung des Objectes dient, hin und her verschiebt, kann man am besten schon dann erkennen, wenn man unter ganz schwacher Erschütterung der Lichtquelle das stark vergrösserte Bild eines entsprechenden Objectes auf der matten Scheibe betrachtet.

Man wird leicht bemerken, dass ein merkliches Hin- und Herrücken des Bildes selbst mit den Bewegungen des Lichtquelle Hand in Hand geht; es ist dies eine Folge der Brechungserscheinungen.

Dass selbstredend auf diese Weise, wenn sich an Stelle der matten Scheibe, die sensibilisirte Platte befindet, die Schärfe der Lichteindrücke auf dieselbe leiden und das erhaltene Bild geringere Schärfe zeigen muss, ist klar.

Ist aus diesem Grunde schon das elektrische Bogenlicht nur dann anwendbar, wenn es mit einem ganz vorzüglich arbeitenden Regulator versehen ist, und zeigt es wegen des Hin- und Herspringens des Lichtbogens selbst auch dann noch, besonders bei sehr starker Vergrösserung, Schwankungen, so kann aus demselben Grunde das Magnesiumlicht bei den bis heute construirten Regulatorlampen noch keine Verwendung bei stärkeren Vergrösserungen finden.

Im Kalklichte haben wir dagegen eine Lichtquelle, bei der es ohne grosse Schwierigkeit und ohne Anwendung exact construirter und sicher arbeitender Apparate (und solche sind stets, wenn sie ihren Zweck wirklich erfüllen sollen, eine kostspielige Anschaffung) dennoch möglich ist, einen absolut feststehenden, unverrückbaren leuchtenden Punkt zu erhalten und dauernd absolut auf seinem Standpunkt festzustellen.

Dieser Gesichtspunkt, sowie die grosse Einfachheit und Billigkeit der Herstellung des Knallgas-Kalklichtes haben den Verfasser schon vor Jahren darauf hingeleitet, es da zur Anwendung zu bringen, wo die Lichtquellen zweiter Gruppe wegen der angegebenen Gründe nicht ausreichten.

Die bei diesen Versuchen erhaltenen Resultate sind denn auch vom besten Erfolge gekrönt gewesen.

Bei dieser Gelegenheit soll übrigens gleich noch auf einen für die Mikrophotographie wesentlichen Punkt in Bezug auf die Lichterzeuger und deren angegebene Lichtstärken hingewiesen sein.

Werden im Allgemeinen die Lichterzeuger ihrer Lichtstärke nach bemessen, so giebt man für die letztere ein Maass an, welches der Intensität der Beleuchtung auf eine in gewisser Entfernung aufgestellte, von der Lichtquelle beleuchtete Fläche entspricht. Mag man nun die Intensität in Bezug auf ihre optische oder in Bezug auf chemische Wirkung messen, man stellt in beiden Fällen stets nur die Wirkung, nicht aber die Grösse des lichtgebenden Körpers fest. —

Wenn diese Art der Feststellung nun für alle Beleuchtungszwecke gewöhnlicher Art genügt, so verändern sich die Verhältnisse bei Anwendung des betreffenden Lichtes zum Zwecke der Mikrophotographie sehr wesentlich.

Es ist von selbst ersichtlich, dass eine leuchtende Fläche von ca. 1 qcm Grösse dieselben Lichtwirkungen (chemisch und optisch) erzeugen muss, als eine leuchtende Fläche desselben Materiales von 10 qcm Grösse, aber 10 fach schwächerer Lichtintensität; beide werden eben auf eine in gleicher Entfernung aufgestellte Fläche bestimmter Grösse gleiche Helligkeit erzeugen.

Bei der mikroskopischen Photographie dagegen wird ein Bild des Lichterzeugers, um grösste Helligkeit zu erzeugen, auf dem zu beleuchtenden Objecte selbst durch geeignete Vorrichtungen (siehe S. 53 u. 54) erzeugt und kommt es aus diesem Grunde nicht nur auf die absolute Stärke des Lichtgebers, sondern auch auf die relative Grösse des leuchtenden Körpers an.

Dass natürlich für unsere Zwecke diejenigen Lichtgeber, welche bei möglichster Kleinheit des leuchtenden Punktes die möglichst grösste Helligkeit geben, die geeignetsten sind, ist klar, ebenso wie es leicht ersichtlich ist, dass die für gewöhnlich angegebenen Lichtstärken der einzelnen Lichtquellen nicht ohne Weiteres für die Mi-

krophotographie in Anwendung zu bringen sind, da sie für die Lichtquellen mit kleinem leuchtenden Punkt verhältnissmässig zu geringe Zahlen geben.

Die Lichtquellen der ersten Gruppe, das elektrische Bogenlicht, das Magnesiumlicht und das Kalklicht, sind wegen der Kleinheit des leuchtenden Punktes gerade für die Mikrophotographie sehr gut geeignet. Dass übrigens ihr lichtgebender Theil sich wirklich auf einen nur sehr kleinen Punkt, bei weitem kleiner wie man allgemein glaubt, concentrirt, wird man am besten beobachten, wenn man die betreffenden Lichter durch eine stark gefärbte Glasscheibe betrachtet. Es ist dann nämlich die Wirkung der Irradiation, welche uns, durch Reizung von nicht direct getroffenen Stellen der Netzhaut, stark leuchtende Körper grösser erscheinen lässt, als sie in der That sind, aufgehoben.

Herstellung des Kalklichtes.

Wir wollen nun in Nachstehendem zunächst die Darstellung der für das Knallgaslicht erforderlichen Gase geben und dann zu den verschiedenen Arten der Brenner etc. übergehen.

I. Die Gase.

a) Das Wasserstoffgas

wird man heute wohl nur in den seltensten Fällen in Anwendung bringen, es vielmehr überall da, wo Leuchtgas zur Verfügung steht, durch dieses ersetzen. Es haben nämlich vielfache Versuche erwiesen, dass durch diesen Ersatz die Leuchtkraft um nur sehr wenig geschwächt wird und man für diesen kleinen Verlust reichlich durch die grosse Bequemlichkeit, die in der Darstellung nur eines Gases, des Sauerstoffes, liegt, entschädigt wird.

Um jedoch selbst auf die Fälle, wo dem Experimentator kein Leuchtgas zur Verfügung steht, Rücksicht genommen zu haben, geben wir in Kurzem auch die Entwickelungsmethode des Wasserstoffes und wollen nicht verfehlen, im Voraus zu bemerken, dass man sich bei seiner Darstellung vor Allem ängstlich davor hüten muss, in den Apparaten und Leitungen, in welche dieses Gas kommt, gleichzeitig Luft oder gar Sauerstoff zu belassen.

Beide Gase zusammen bilden das so **heftig explodirende Knallgas**, das sich nicht bloss durch helle Flamme, sondern schon

durch den kleinsten Funken und glimmende Kohle unter heftigster Detonation entzündet. —

Das bequemste Mittel zur Wasserstoffentwickelung liefert uns das Zink. Dasselbe zersetzt sich mit Schwefelsäure nach der Formel:

$$H_2SO_4 + Zn = ZnSO_4 + H_2$$

und bietet eine reiche Quelle für Wasserstoff.

Man wendet englische Schwefelsäure an, die man in genügender Weise (1 : 7) deshalb verdünnt hat[1]), weil eine gewisse Menge Wasser erforderlich ist, um das bei der Reaction entstehende Zinksulfat (weisser Vitriol) in Lösung zu erhalten, damit es nicht bei Ausscheidung in Salzform das noch unzersetzte Zink umhülle und somit die Gasentwickelung unterbreche.

Aus 1 kg Zink, das man am besten granulirt oder in kleinen Stückchen oder Stäbchen zur Verwendung bringt, erhält man 445 Liter Wasserstoff und bedarf zu ihrer Entwickelung ca. 2051 g englischer, 60 procentiger Schwefelsäure.

Man kann die Entwickelung des Gases übrigens sehr erheblich bei Anwendung gleicher Säurequanten dadurch beschleunigen, dass man zur Säure ein paar Tropfen einer Platinchloridlösung hinzufügt: Das Platin schlägt sich in feiner, schwammförmiger Structur auf dem Zink nieder, und sofort beginnt eine sehr stürmische Entwickelung, die durch galvanische Wirkung des niedergeschlagenen metallischen Platins bedingt ist.

Statt des Zusatzes von Platinchlorid zur Säure kann man auch einige Stückchen Platinblech oder Platindraht zu dem Zink werfen; die Wirkung ist etwas weniger energisch, aber immer noch recht erheblich, und man hat den Vortheil, kein Platin zu verlieren, sondern dasselbe immer wieder benutzen zu können.

Die Entwickelung des Gases nimmt man in einem Kipp'schen Entwickelungsapparate vor. Derselbe gestattet ein constantes Arbeiten und lässt die verbrauchte Säure leicht auswechseln, ohne an der sonstigen Beschickung eine Aenderung nöthig zu machen.

---

[1]) Die Verdünnung der Säure selbst nimmt man in der Art vor, dass man die Säure in das abgemessene Wasser in dünnem Strahle unter stetigem Umrühren eingiesst, während man das Mischungsgefäss durch Einsetzen in einen Behälter mit kaltem Wasser abgekühlt erhält. — (Nie umgekehrt Wasser in Säure giessen, da sonst leicht Explosion eintritt!)

Die Säure befindet sich in dem oberen Gefässe (E), tritt durch das Rohr (r) in den unteren Raum (g) und wenn dieser vollständig gefüllt ist, durch den Siebboden aus Gummi bei der Einschnürung nach dem mittleren Behälter a, wo sie das Zink vorfindet, um hier die Entwickelung zu beginnen. Das entwickelte Gas entweicht durch den Hahn (H) nach der Waschflasche. Sollte mehr Gas entwickelt werden als durch den Hahn entweichen kann, so tritt durch den Druck des Gases die Säure nach dem unteren Gefässe zurück, und die Entwickelung lässt dadurch nach oder hört ganz auf.

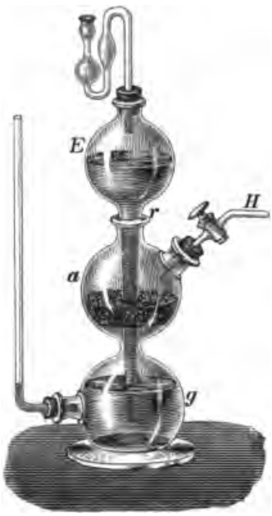


Fig. 6.

Ist die Säure erschöpft, so wird sie durch Neigen des seitlichen Rohres oder einen an dessen Stelle befindlichen Hahn abgelassen und von oben her durch frische ersetzt. —

Da der mittlere Behälter ca. 1—2 kg Zink fasst, so kann man ohne Unterbrechung, nur bei öfterem Auswechseln der Säure, 500—1000 Liter Wasserstoff erzeugen. —

Eine andere Art der Entwickelung ist die von Molteni empfohlene, die darin besteht, dass ein genügend grosser, mit Hahn versehener, aus Blei gefertigter, glockenförmiger Behälter in einen mit der Säure gefüllten Kübel taucht. Die Glocke trägt in ihrer unteren weiten Oeffnung einen siebförmigen Bleieinsatz, der nach dem Füllen der Glocke mit Zink fest eingesetzt wird; das Gas entweicht aus dem Hahn; bei zu heftiger Entwickelung wird die Säure, ähnlich wie beim ersten Apparat, zurückgedrängt und die Entwickelung lässt nach. —



Fig. 7.

Aus den Entwicklern wird das Wasserstoffgas zunächst in eine Waschflasche und dann in das Reservoir geleitet. — —

Ehe man das Gas in das Reservoir eintreten lässt, überzeuge man sich **auch ganz sicher** davon, dass alle atmosphärische Luft

aus den Entwickelungs- und Waschapparaten ausgetrieben ist. Man thut dies am besten, indem man mittelst eines knieförmig gebogenen, am Entwickelungsschlauch befindlichen Glasrohres eine Probe Gas in einen kleinen Glascylinder von ca. 25 ccm Inhalt, den man, mit Wasser gefüllt, in ein mit Wasser gefülltes Gefäss umgestülpt hat, leitet. Nachdem der Cylinder mit der Probe gefüllt ist, entzündet man das in demselben befindliche Gas: ist alle Luft ausgetrieben, so geschieht dies ohne Knall und die Flamme steigt langsam in den Cylinder nieder; ist noch Luft vorhanden, so entzündet sich das Gas mit einem Knall und verbrennt explosionsartig und heftig. Man muss alsdann noch längere Zeit entwickeln, abermals eine Probe vornehmen, um erst dann in die Behälter einzufüllen, wenn die Entzündung und das Weiterbrennen des Gases ohne Knall und Heftigkeit vor sich geht.

Ebenso achte man mit peinlicher Sorgfalt darauf, dass die Wasserstoffbehälter stets frei von Luft seien und **nie** solche in dieselben treten kann, da schon häufig durch Vernachlässigung dieser Vorsicht Explosionen der heftigsten und gefährlichsten Art vorgekommen sind. —

Das entwickelte Gas wird, ehe es in die Reservoire gelangt, noch in einer grösseren Waschflasche gewaschen, um es von etwa mit übergerissenen Säuretheilchen, die zerstörend auf die Behälter wirken würden, zu befreien.



Fig. 8.

Man bedient sich dazu am besten einer mit drei Hälsen versehenen Woulf'schen Flasche von ca. 4 Liter Inhalt. Der dem Entwickler zugekehrte Hals (*a*) trägt ein bis auf den Boden des Gefässes reichendes, knieförmig gebogenes Rohr, der mittlere (*b*) ein gerades, ebenfalls bis zum Boden reichendes Rohr, der dritte, dem Reservoir zugekehrte Hals (*c*) endlich ein nur durch denselben reichendes knieförmiges Rohr.

Als Waschflüssigkeit wendet man am besten Wasser mit etwas Sodazusatz an und füllt mit demselben die Flasche zu einem Drittel. — —

Ist es irgendwie angänglich, so benutze man statt des Wasserstoffes die viel bequemeren Ersatzmittel, auf die wir sogleich näher eingehen wollen. —

Statt des Wasserstoffgases wendet man heute vielfach

das Leuchtgas

an, das, mit Sauerstoff in richtigem Verhältniss gemischt, eine dem Hydrooxygengas fast gleiche Wirkung in Bezug auf Erzeugung von Helligkeit hat. Die nur wenig geringere Intensität des Lichtes wird vielfach durch die Bequemlichkeit wieder aufgewogen. Da das Leuchtgas, das übrigens 40—50 % Wasserstoffgas und ca. 30 % Grubengas enthält, in den städtischen Leitungen, besonders gegen Abend, einen ausreichend starken Druck zeigt, braucht man dann nur ein Gasometer für den Sauerstoff. Die für Wasserstoff bestimmte Zuführung zum Knallgashahn wird einfach mit der vorhandenen Gasleitung, am besten mit Einschaltung eines der gleich näher zu beschreibenden Sicherheitsventile, verbunden.

Wird man auch bei der allgemeinen Einführung der Gasbeleuchtung zu heutiger Zeit nur in den seltensten Fällen in die Lage kommen, Leuchtgas nicht zur Verfügung zu haben, so soll doch auch auf diesen Fall Rücksicht genommen werden und zwar um so mehr, als man sicherlich sehr selten zwei Gasometer resp. Gassäcke zur Disposition haben wird und deshalb gern, wenn irgend angänglich, von der Darstellung von Wasserstoff Abstand nimmt. —

Der Alkohol.

Man hat gefunden, dass sich das Wasserstoffgas, wenn auch nicht vollkommen, so doch recht genügend durch eine Flamme von Alkohol ersetzen lässt.

Aus einem auf einem festen Stativ stehenden grösseren Reservoir wird der Alkohol durch ein Zuleitungsrohr nach dem Dochtbrenner geleitet und speist die dort vorhandene Flamme. In die letztere wird durch ein etwas über den Docht mündendes, horizontal gerichtetes Rohr Sauerstoff geblasen. Derselbe treibt die Flamme seitwärts, es trifft die dadurch erzeugte Stichflamme den dahinter befindlichen Kalkcylinder, bringt ihn zur Weissgluth und erzeugt so ein äusserst strahlendes, dem Hydrooxygen-Kalklicht sehr ähnliches Licht.

In all' den Fällen, wo man Wasserstoff, da er unter Umständen gefährlich werden kann, vermeiden will, und wo kein Leuchtgas zur Verfügung steht, ist die besprochene Lichtquelle sehr zu em-

pfehlen; wo Leuchtgas vorhanden, ist dasselbe selbstverständlich vorzuziehen. —

Die Reservoire und die Zuleitungen, sowie die Sicherheitsventile wollen wir, da sie in derselben Weise bei Sauerstoff in Anwendung kommen, nachdem wir dessen Darstellung geschildert, ausführlich beschreiben und deshalb zunächst auf die praktische Durchführung der Sauerstoffdarstellung eingehen.

β) *Das Sauerstoffgas.*

Als die am meisten und fast ausschliesslich zur Darstellung des Sauerstoffes angewandte Substanz ist das chlorsaure Kali ($KClO_3$) zu bezeichnen.

Die übrigen Sauerstoffquellen wie Baryumsuperoxyd, Quecksilberoxyd etc. kommen, als nicht billig und expeditiv genug, für unsere Zwecke nicht in Betracht.

Das Kaliumchlorat ist mit Ausnahme des Wassers, dessen elektrolytische Zersetzung aber im Kleinen zu kostspielig wird, zudem derjenige Körper, welcher bei Anwendung der kleinsten Mengen des Entwickelungsmateriales, die grösste Ausbeute an Sauerstoff giebt, wie nachfolgende Tabelle zeigt, welche den aus 1 kg des betreffenden Materials gewonnenen Sauerstoff in Litern bei 760 mm Luftdruck und 0° angiebt:

Chlorsaures Kali	273,5
Braunstein	85,7
Braunstein + 1120,4 g englischer Schwefelsäure	128,5
Quecksilberoxyd	51,2
Kaliumbichromat + 1319,2 g englischer Schwefelsäure	112,9
Baryumsuperoxyd	132,4
Wasser (elektrolysirt)	621,7

Das chlorsaure Kali giebt seinen sämmtlichen Sauerstoff in Gasform unter gleichzeitiger Bildung von Chlorkalium ab, jedoch geht diese Reaction in zwei Phasen vor sich: die erste derselben besteht in dem Freiwerden von Sauerstoff unter Bildung von Kaliumperchlorat; erhitzt man dann noch weiter, so giebt das Perchlorat allen Sauerstoff ab und Chlorkalium bleibt zurück. Um dies Zerfallen des Entwickelungsprocesses in zwei gesonderte Phasen, bei

denen besonders in der zweiten Phase leicht Explosionen statthaben können, zu umgehen, erhitzt man das Chlorat nicht für sich allein, sondern mit gleichen Theilen Braunstein, Kupferoxyd oder Eisenoxyd gemischt. —

Einmal wird dadurch das lästige Zusammenschmelzen des Salzes und die dadurch bedingte, leicht eintretende ungleiche Erwärmung, welche zu Explosionen führen kann, vermieden, und zweitens wird der ganze Verlauf der Gasentwickelung ein sehr gleichmässiger und ruhiger. Nach Wiederhold beginnt die Entwickelung bei Zumischung von Braunstein bei 260—270°, bei Kupferoxyd bei 230°



Fig. 9.



Fig. 10.

bis 235°. Durch die Zumischung des Braunsteines wird die Bildung von Kaliumperchlorat überhaupt vermieden und zwar, wie Schönlein annimmt, in Folge der Ueberführung des activen Sauerstoffes des Salzes in weniger fest gebundenen, inactiven; wie Wiederhold behauptet, durch das bedeutende Wärmeabsorptionsvermögen des Braunsteins. —

Das Mischen der fein gepulverten Massen von Kaliumchlorat und Braunstein nimmt man am besten auf einem grösseren Bogen Papier mit Hilfe der Hand oder eines Holzspatels vor und siebt nachher vorsichtig ab. Jede starke Reibung besonders mit Metallen ist auf's Sorgfältigste zu vermeiden. —

Will man sich, für den Fall, dass zum Bezug von bereits calcinirtem Braunstein keine Quelle offen steht, denselben selbst calciniren, so achte man vor allem darauf, dass derselbe von äusserlich sichtbaren organischen Verunreinigungen auch in den letzten Spuren

3*

durch das Calciniren befreit werde, d. h., dass die Temperatur so hoch kommt, dass die organischen Körper verbrennen. Die Gegenwart derselben kann, da sie den vom Kaliumchlorat mit Leichtigkeit abgegebenen Sauerstoff mit Heftigkeit aufnehmen, sonst leicht zu Explosionen führen.

Als Entwickelungsgefäss bedient man sich entweder kupferner oder eiserner Flaschen von $^1/_2$ bis 1 Liter Inhalt, wenn man mit einfacher Gas- resp. Spiritusheizung operiren will, oder grösserer eiserner Töpfe, wenn man auf kleinen Oefen und Kohlenfeuer oder starkem Gasfeuer entwickeln will.

Die Flaschen ersterer Art haben die vorstehende Form (S. 35) und lassen sich mit einem Bunsen'schen Einbrenner vollständig genügend heizen. Entsprechende eiserne Flaschen kleiner Art und gleicher Form, wie sie jetzt vielfach auch im Handel geliefert werden, thun dieselben Dienste und sind um ca. die Hälfte niedriger im Preise.

Die grösseren eisernen Gefässe bedürfen sehr starker Heizung und können mit grösseren Mengen Kaliumchlorats beschickt werden. Im Allgemeinen sind sie nicht zu empfehlen, da die 1 Liter fassenden kupfernen oder eisernen Flaschen für fast alle Zwecke ausreichen.

Man kann eine Retorte von den angegebenen Grössen sehr wohl mit einer Menge von 1000—1100 g eines Gemisches von gleichen Theilen Braunstein und chlorsaurem Kali beschicken und erhält so ca. 140—150 Liter Sauerstoff in einer Entwickelung.

Zum Dichten der auf die Mündung der kupfernen Entwickelungsflasche aufgeschraubten, ebenfalls kupfernen Entwickelungsröhre bedient man sich mit gutem Erfolge eines Stückchens der jetzt überall käuflich zu habenden Asbestpappe. Man schneidet eine kreisrunde Scheibe von etwas grösserem Durchmesser als derjenige des Flaschenhalses ist, und in ihre Mitte ein so grosses rundes Loch, dass es gerade über den mit Schraubengewinden versehenen Stöpsel passt und an seinem überstehenden Rande anliegt. Beim Anschrauben des Stöpsels presst sich nun die Scheibe zwischen diesen Rand und den oberen Rand des Flaschenhalses fest und stellt so eine sehr gut schliessende, durchaus hitzebeständige Dichtung her. —

Das vorher mit gut calcinirtem Braunstein gemischte chlorsaure Kali trägt man, um ein Verschmieren des Schraubengewindes, welches ein Undichtwerden des Verschlusses zur Folge haben würde, zu vermeiden, mittelst eines aus Papier improvisirten oder aus Blech

hergestellten Trichters, der in den Hals der Flasche bis ca. 5 cm hineinreicht, in dieselbe ein und stampft es, durch mehrmaliges mässiges Aufstossen der Flasche auf den Tisch, fest.

Nach dem Aufschrauben des Entwickelungsrohres, und nachdem man sich durch Ansaugen von dem Luftdichtschliessen des Apparates überzeugt hat, verbindet man das Entbindungsrohr mittelst eines Gummischlauches mit einer Waschflasche, die genau in derselben Weise hergerichtet ist, wie es beim Wasserstoffdarstellen beschrieben worden ist.

Der Waschflasche aus Glas ist der Vorzug vor den auch vielfach vorgeschlagenen eisernen Waschtöpfen zu geben. Man kann eben in einer Glasflasche stets den Gang der Entwickelung an den durchstreichenden Blasen beobachten und seiner Heftigkeit entsprechend reguliren. —

Bei Anwendung einer Menge von 1000—1100 g des Braunstein-Kaliumchloratgemisches genügt eine Waschflasche von 3 Liter Inhalt, die zu einem Drittel mit sodahaltigem Wasser als Waschflüssigkeit gefüllt ist, vollständig, während Zuleitungsröhren von ca. 8 mm lichter Weite ausreichen.

Nach Verschluss des Entwickelungsgefässes beginne man sofort mit Anheizen desselben unter Anwendung einer fast den Boden ganz umspülenden Flamme. Hat man das richtige Verhältniss von Braunstein und Kaliumchlorat (1 : 1) und ersteren gut calcinirt angewandt, so ist durchaus jede Gefahr einer zu heftigen, explosionsartigen Entwickelung ausgeschlossen.

Nachdem das Erhitzen ungefähr fünf Minuten gedauert, prüfe man das dem Entwickelungsschlauch entströmende Gas mittels eines vor das Schlauchende gehaltenen glimmenden Spahnes oder Streichholzes.

Hat die Entwickelung des Sauerstoffs begonnen, so entzündet sich das Holz und brennt mit hellleuchtender Flamme fort; man verbindet alsdann den Entwickler mit der Waschflasche und diese wiederum mit dem Reservoir; entzündet sich der glimmende Spahn noch nicht, so wartet man, bis dies der Fall ist.

Die Gasentbindung nimmt nun, wie man an den in regelmässigem Tempo die Waschflasche durchstreichenden Gasblasen beobachten kann, ihren regelmässigen, stetig zunehmenden Verlauf und wird, wenn man die Flamme unverändert unter der Retorte lässt, nach ca. 10—15 Minuten derartig energisch, dass die Flüssigkeit der Waschflasche in starke Bewegung geräth.

Sollte die Entwickelung gar zu heftig werden, so entfernt man auf kurze Zeit die Flamme; man wird dies jedoch, wenn man in der eben beschriebenen Weise, unter genauer Rücksichtnahme auf die angegebenen Verhältnisse arbeitet, kaum jemals nöthig haben, und soll es auch, besonders auf längere Zeitdauer, vermeiden, da, sobald zu starke Abkühlung eingetreten, die Entwickelung fast ganz in's Stocken geräth und erst wieder nach längerem Anheizen in Gang kommt. —

Verfasser hat stets auf einmal in einer 1 Liter fassenden kupfernen Flasche aus 1000 — 1100 g des Gemisches ohne Entfernen der Flamme in einer fortlaufenden, stetigen Reaction den Sauerstoff (140—150 Liter) entwickelt und dazu vom ersten Anwärmen bis zur Vollendung der Entwickelung höchstens 60 — 70 Minuten gebraucht. Die sehr kräftige Entwickelung hört dann ganz plötzlich und mit einem Male auf.

Dabei ist im Laufe mehrerer Jahre noch niemals der geringste Unfall oder eine Unregelmässigkeit passirt. Natürlich muss man auf das gewissenhafteste dafür Sorge tragen, dass das entwickelte Gas auch freien und in jeder Weise ungehinderten Austritt aus der Waschflasche nach dem Reservoir hat.

Hat man die gegebenen Vorsichtsmassregeln bei der Darstellung genau beobachtet, so wird man leicht in ca. 3 Stunden ca. 300 Liter Sauerstoff ohne alle Gefahr herstellen können.

In die Waschflasche, die man hier übrigens mit einem recht langen Sicherheitsrohre versehen muss, da sich der Druck bei dem Culminationspunkt der Entwickelung doch öfter auf ca. 40 cm Wassersäule steigern kann, thut man füglich statt reinen Wassers zur Neutralisation etwa vorhandener Säure auch in diesem Falle etwas Aetznatron oder Soda.

Ein Zurücksteigen der Waschflüssigkeit bei nicht genügender Wärmezuleitung zur Retorte und durch die beim Eintritt des Wassers in die heisse Retorte plötzlich sich entwickelnden Dampfmengen bedingte Explosionen sind, besonders wenn das Sicherheitsrohr nicht mehr als ca. 2—3 mm in die Waschflüssigkeit taucht, eine absolute Unmöglichkeit.

Den nach dem Erkalten aus dem Gefässe entfernten, mit Chlorkalium gemischten Braunstein kann man aufsammeln, mit Wasser das Chlorkalium auslaugen und nach dem Trocknen und Glühen stets von Neuem benutzen.

II. Die Gasreservoire.

Die im Allgemeinen anzuwendenden Reservoire für die Gase, die selbstverständlich für Sauerstoff und Wasserstoff gleichartig construirt sind, haben im Wesentlichen zwei Formen.

Die erste Art besteht in einem aus Gummi (Patentgummi) gefertigten Gassack von ca. 320 Liter Inhalt; derselbe ist zum Schutze gegen äussere Beschädigungen mit einem Leinwandüberzug versehen. Vor dem Füllen wird er zusammengelegt und bei der Arbeit, d. i. bei der Erzeugung des Lichtes, in ein geeignetes Compressorium gebracht. Dasselbe besteht aus zwei mittelst Scharniere an einer Seite verbundenen, der Grösse des Sackes entsprechenden Brettern, zwischen die der gefüllte Sack gelegt wird; zur Erzeugung eines genügenden Druckes wird das obere Brett alsdann mit ca. 1—2 Ctr. belastet.

Dass man selbstredend, wenn man statt des Wasserstoffes Leuchtgas in Anwendung zieht und dasselbe in der zur Disposition stehenden Leitung nicht genügend hohen Druck hat, es in einen Gummisack resp. Gasometer füllen und dort den nöthigen Druck geben kann, versteht sich von selbst. —

Am meisten wird sich die Anwendung der Gummisäcke da empfehlen, wo man das Knallgaslicht ausser zu den Aufnahmen selbst, auch gleichzeitig zur Veranschaulichung der fertigen Mikrophotogramme durch geeignete Projectionsapparate (siehe unten) vor einem grösseren Zuhörerkreis verwerthen will. In allen solchen Fällen sind die Gummisäcke wegen der Leichtigkeit des Transportes sehr zu empfehlen.

Mit 320 Liter wird man ca. 3—4 Stunden ununterbrochen arbeiten können. Einen Nachtheil haben die Gummisäcke jedoch, nämlich den, dass sie bei längerem Unbenutztbleiben, besonders wenn sie kalt liegen, hart und brüchig werden; man thut gut, um diesen Uebelstand zu heben, sie entweder von Zeit zu Zeit mit Wasser zu füllen, oder in einen Kasten zu bringen, der mit Dämpfen von Schwefelkohlenstoff geschwängert ist. Es sei nur hier ausdrücklich bemerkt, dass ein Gemisch von Schwefelkohlenstoffdampf und atmosphärischer Luft unter Umständen äusserst explosiv sein kann und man sich deshalb hüten muss, derartig beschickten Kästen mit Licht oder glimmenden Körpern (brennenden Cigarren und dgl.) zu nahe zu kommen.

So bequem, ja unentbehrlich diese Gummisäcke für ev. Vorträge und Vorführungen in verschiedenen Localen sind, so haben sie doch neben dem eben erwähnten Nachtheil der Brüchigkeit noch denjenigen der leichten Verletzbarkeit. Wenn sie auch gegen grobe äussere Schädigung durch den umhüllenden Leinwandmantel geschützt sind, so sind sie doch leicht einem Zerreissen und Durchlöchertwerden ausgesetzt.

Aus diesen Gründen und aus dem gleich näher zu besprechenden Grunde der Herstellung eines starken und constanten Druckes auf das Gas, sind für den ständigen Gebrauch auf einem und demselben Platze ganz entschieden Gasometer aus Metall den Säcken vorzuziehen. —

Die allgemein empfohlenen und vielfach benutzten gewöhnlichen Gasometer, welche aus einer in einen Wasserbehälter umgestülpten und je nach dem gewünschten Drucke zu belastenden Glocke von cylindrischer Form bestehen, können wir deshalb nicht besonders zweckmässig erachten, weil sie mit dem Verbrauch des Gases nur einen immer geringer werdenden Druck desselben zulassen; während nämlich, wenn die ganze Glocke mit Gas gefüllt ist, der Maximaldruck einer Wassersäule von der Höhe des äusseren Behälters entspricht, fällt dieses Maximum stetig mit dem Gasverbrauch und ist, wenn das Gas nahezu aufgebraucht ist, gleich der Differenz zwischen dem Stande des Wassers in der Glocke und dem höchsten Punkte des äusseren Behälters. —

Da nun aber gerade, wie wir gleich (S. 48) sehen werden, für die Aufnahmen mit Kalklicht die Constanz des Lichtes wegen der Bemessung der richtigen Expositionszeit von grösster Bedeutung ist, und sie wiederum wesentlich vom Drucke, unter welchem die Gase zur Verwendung kommen, abhängt, so ist es von höchster Wichtigkeit, ein Gasometer von der Art in Anwendung zu bringen, dass es mit dem Vorzuge der Constanz des Druckes den Vortheil einer starken Erhöhung desselben verbindet.

Wir haben uns ein derartiges Gasometer aus starkem Zinkblech bauen lassen und verwenden dasselbe seit Jahren mit bestem Erfolge. Dasselbe besteht im Wesentlichen aus einem 1 m hohen, 60 cm im Durchmesser habenden, cylinderförmigen, aufrecht stehendem Kessel, der auf einem starken Holzgestell ruht. An demselben befinden sich oben zwei Hähne (*C* und *D*), von denen der eine mit seinem Rohre eben nur durch den Deckel reicht (*C*), während der andere auf

einem, im Innern bis zum Boden des Gasometers reichenden Rohre sich befindet.

Ein drittes, ebenfalls mit dem Deckel des Gasometers abschneidendes Rohr (*A*) ist mit dem Manometer, das gleichzeitig als Sicherheitsventil dient, verbunden. Letzteres besteht aus einem U-förmig gebogenen Glasrohr von ca. 4 mm Weite, welches an dem mit dem Gasometer verbundenen Schenkel unten, nahezu an der Umbiegung, eine Glaskugel von solcher Grösse trägt, dass dieselbe den Gesammtinhalt des aufsteigenden, mit der Luft in Verbindung stehenden zweiten Schenkels, um ca. $^1/_3$ übersteigt. Hinter dem aufsteigenden, mit der Luft communicirenden Schenkel des Rohres befindet sich eine Scala (in Centimeter getheilt), deren Nullpunkt unten in der Höhe der Mitte der Glaskugel liegt.

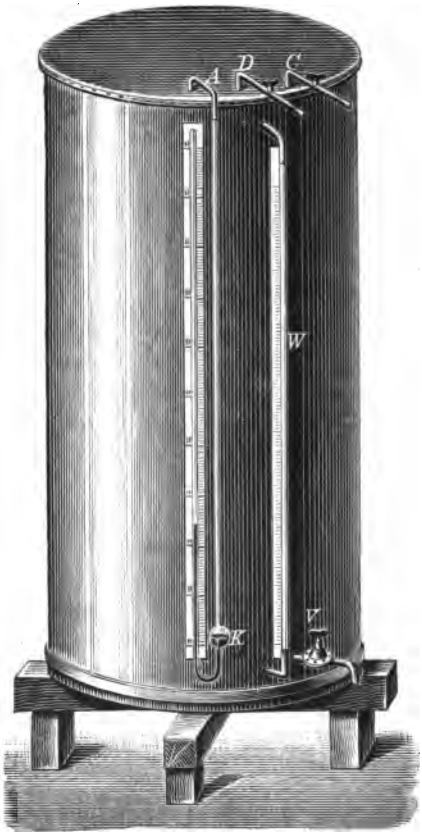


Fig. 11.

Das Manometer ist mit durch Fuchsin roth gefärbtem Wasser soweit gefüllt, dass wenn kein Druck im Gasometer vorhanden ist, diese Flüssigkeit die Kugel gerade ausfüllt und im communicirenden Schenkel, die entsprechende Höhe zeigend, auf dem Nullpunkt der der Scala steht.

Ausser diesen Theilen befinden sich am Gasometer noch ein in gewöhnlicher Weise montirtes Wasserstandsrohr mit Scala (*W*), und ein grösserer, zum Ablassen des Wassers dienender Hahn (*V*) von 9 mm lichter Weite dicht über dem Boden.

Die Function des Gasometers ist nun folgende:

Beim Füllen mit Gas wird das mit dem Deckel abschneidende Rohr (*C*), nachdem das Gasometer bis oben vollständig mit Wasser gefüllt ist, mit der Waschflasche des Entwickelungsapparates verbunden, während der untere Hahn (*V*) mit einem Abflussrohr versehen ist. In dem Masse wie die Entwickelung des Gases geschieht, lässt man nun aus dem Abflusshahn Wasser entweichen und beobachtet stetig den Stand des Manometers.

Mit nur einiger Aufmerksamkeit wird man es leicht so einrichten können, dass stets fast kein, oder nur ein höchst geringer Druck im Gasometer vorhanden ist; sollte selbst, was nur selten eintritt, die Entwickelung des Sauerstoffes eine zu heftige werden, so wird, wenn der Ausflusshahn ganz geöffnet ist, der Druck nur um wenige Decimeter steigen, da ja mit Zunahme des Druckes auch die Menge des aus derselben Oeffnung, dem Hahne, abfliessenden Wassers wächst.

Ist das Gasometer gefüllt und will man zur Erzeugung des Lichtes schreiten, so verbindet man den mit dem Deckel abschneidenden Hahn (*C*) mit dem Knallgasbrenner, das auf den Boden des Gasometers reichende Rohr (*D*) aber mit einer Wasserleitung. Lässt man jetzt aus der Wasserleitung langsam Wasser in das Gasometer steigen, so wird, wie wir an dem Manometer beobachten, der Druck wachsen. Hat der Druck die gewünschte Höhe erreicht, und man mit dem Verbrauch des Gases begonnen, so ist es ein Leichtes, den Zufluss des Wassers dem Gasverbrauch entsprechend zu reguliren und so den Druck absolut constant zu erhalten.

Da, wo keine Wasserleitung vorhanden, kann man dieselbe leicht durch ein ca. ein Meter über dem Deckel des Gasometers angebrachtes Wasserreservoir ersetzen, zumal man wohl kaum einen 1 Meter Wassersäule übersteigenden Druck anwenden wird.

Da wir im Manometer Wasser als Drucksäule anwenden und eine Wassersäule von ca. 10 Meter gleich 1 Atmosphäre ist, so werden uns die Decimeter der Scala $^1/_{100}$ Atmosphären anzeigen.

Man thut gut, das Gasometer, wenn nicht gearbeitet wird, auf einen nur geringen Druck einzustellen (ca. 20 cm), damit nicht unnütz hohe Spannung dasselbe angreife. —

Ist somit bei aufmerksamem Arbeiten jede Gefahr bei der Gasbereitung absolut ausgeschlossen und damit wohl manches Bedenken, welches der Anwendung des Knallgases gegenüber noch vorhanden sein mag, gehoben, so wollen wir im Anschluss hieran noch eine bei Darstellung des Knallgaslichtes selbst anzuwendende Sicherheitsmass-

regel beschreiben, ehe wir auf das Licht und die zu seiner Darstellung nöthigen Brenner eingehen, die allerdings schon an und für sich derartig construirt sind, dass eben nur die gerade erforderlichen Mengen der beiden Gase im Augenblick des Brennens zusammentreten und somit jede Garantie für Sicherheit geliefert ist; wir meinen die in Gasleitungen einzuschaltenden Sicherheitsventile.

III. Sicherheitsventile.

Dieselben sind sämmtlich derart eingerichtet, dass sie die Bewegung des Gases in den Leitungen in nur einem Sinne zulassen, d. h. sie sind Rückschlagsventile.

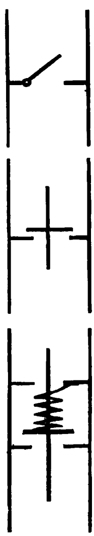


Fig. 12.

Die käuflichen Ventile dieser Art bestehen zumeist in einer im Leitungsrohr befindlichen blendenartigen Scheibe, deren mittlere, den Durchgang des Gases zulassende Oeffnung durch eine entsprechende, mit weichem Leder belegte Klappe verschlossen ist.

Diese Klappe fällt bei aufrecht stehenden Ventilen durch ihr eignes Gewicht auf den sie tragenden Rand, sei es nun, dass sie in einer kleinen Leitstange läuft, sei es, dass sie am blendenartigen Rande mit einem Scharniere befestigt ist. Bei wagerecht liegenden oder in jeder Lage functionirenden Ventilen, wird diese Klappe durch den Druck einer schwachen, auf einem zweiten kleinen Randansatz im Innern des Rohres ruhenden Feder, gegen die Durchgangsscheibe gedrückt (siehe nebenstehende Figuren).

In beiden Fällen kann, wie leicht ersichtlich, das Gas die Leitung nur nach einer Richtung hin passiren; im Falle etwa vorkommenden Rückstosses hingegen schliesst sich das Ventil und verhindert das Zurücktreten des Gases, während gleichzeitig das sich rückwärts stauende Gas noch durch seinen eigenen Druck die Ventilklappe fester schliesst[1]).

Ganz vorzügliche Dienste leistet übrigens auch ein kleines Ventil, wie man es sich leicht selbst mit Hülfe eines Glasrohres und Gummischlauches construiren kann.

In das weitere Leitungsrohr, beziehungsweise in einem für diesen Zweck besonders erweiterten Theil desselben, fügt man ein dem

---

[1]) Selbstredend kann auch ein Kugelventil Anwendung finden!

lichten Durchmesser entsprechendes, nach einer Seite hin enger ausgezogenes Glasrohr, das nach beiden Seiten hin offen ist, ein. Am ausgezogenen Ende trägt das Glasrohr, übergezogen, ein kurzes, ca. 3—4 cm langes Stück weichen Gummischlauches, in dessen anderem Ende sich ein nicht zu fest klemmendes massives Glasstäbchen befindet und so den Durchgang des Gases verhindert.

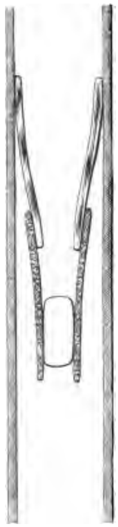


Fig. 13.

Mit einem möglichst scharfen Messer bringt man nun in demjenigen Theile des Gummischlauches, der an dem Glasstab anliegt, einen ca. 5 mm langen feinen Längsschnitt an. Derselbe muss natürlich mit seinen Endpunkten vor dem Ende des Schlauches, um ein Aufplatzen zu vermeiden, noch ca. 3—4 mm aufhören und darf andererseits nicht über den den Gummischlauch verschliessenden Glasstab hinweglaufen. —

Die Function dieses Ventiles ist nun die denkbar einfachste: Durchströmt Gas in der Richtung vom ausgezogenen Glasrohr her die Leitung, so wird der Druck desselben genügen, den (deshalb nicht zu stark zu wählenden) Gummischlauch an der vom Glasstabe verschlossenen Stelle ein wenig von dem letzteren abzuheben; hierdurch wird sich der feine Schlitz öffnen und dem Gase genügenden und vollkommen gleichmässigen Durchgang gestatten. Hört der Druck auf, so schliesst sich das Ventil, durch die Elasticität des Gummis ganz von selbst und vollkommen sicher; dieser Schluss wird noch vermehrt, wenn etwa Gegendruck entsteht, da sich dann der Gummi ganz fest an den Glasstab anlegt. —

Ein Rückwärtssteigen der Gase und eine etwaige Bildung des Gefahren in sich schliessenden Knallgases, ehe die Gase im Hahn zusammentreten, ist durch Anwendung der oben beschriebenen Ventile unmöglich gemacht. Eine Gefahr dürfte übrigens bei aufmerksamem Arbeiten von selbst ausgeschlossen sein, da, wie wir sogleich sehen werden, die Hähne derartig gebaut sind, dass nur immer sehr kleine Mengen der betreffenden Gase und zwar erst unmittelbar vor dem Verbrennen zu Knallgas vereinigt werden. —

Wollte man das Wasserstoffgas mit der Hälfte seines Volums Sauerstoff mischen und dieses Gemisch aus einer Röhre strömen lassen und dann entzünden, so müsste die Zuleitungsröhre sehr lang und sehr eng sein, um ein Fortschreiten der Verbrennung durch

dieselbe und dadurch bedingte Explosion des Gasometers selbst durch die Wärmeableitung des Metalles zu verhindern.

Man zieht es deshalb vor, die Gase im gehörigen Volumverhältniss erst unmittelbar vor der Stelle, wo sie zur Flamme entzündet werden, zusammentreten zu lassen und hat zu diesem Zwecke besondere Hähne construirt.

IV. Die Knallgashähne.

(Knallgaslampen.)

Maugham verdanken wir einen in jeder Beziehung sehr praktischen Hahn, mit dem es möglich ist, eine Flamme von beliebiger Grösse herzustellen.



Fig. 14.

Er leitet das Sauerstoffgas durch eine Röhre in diejenige Röhre, welche den Wasserstoff bez. das Leuchtgas zuführt, hinein; das Sauerstoffgas tritt auf diese Weise mitten in die Flamme und hat so den höchsten Effect. Der äusseren Röhre wird das Gas durch ein seitliches Ansatzrohr (*W*) zugeführt, und es entweicht an der Spitze des Hahnes aus einer das innere Rohr umschliessenden ringförmigen Oeffnung. Das innere Rohr hat eine einfache runde Oeffnung und erhält seine Gaszuführung vom hinteren Ende des Hahnes her. —

Am inneren Rohre befinden sich nahe der Spitze desselben (*a*) kleine Ansätze, welche das Rohr gegenüber dem äusseren stets centrirt halten.

Andere Knallgashähne vereinigen die beiden Gase in einem engen gebohrten Raume und leiten sie mittelst eines sehr dünnen Rohres bis zur Entzündungsstelle.

Die Construction derartiger Hähne ist im Wesentlichen der nachstehenden gleich.

Der Conus des Hahnes ist bis zur erforderlichen Tiefe mit einem senkrechten, 2 mm weiten Bohrloch versehen, in welches seitlich die

beiden, den Gaszuleitungen entsprechenden wagerechten Oeffnungen münden. Auf die Mündung des senkrechten Bohrloches ist eine lange, sehr dünne Röhre eingesetzt, durch welche die nunmehr zu Knallgas vereinigten Gase zum Kalkcylinder weiter geleitet werden; die Mündung dieser Röhre ist mit einer Platinspitze versehen. —

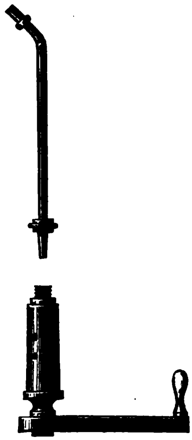


Fig. 15.

Von sehr gutem Effect ist übrigens ein Hahn der erst beschriebenen Art, der auf einer Spitze, einen aus starkem Messing gebohrten conischen Aufsatz trägt. Der Aufsatz haftet mit starker Reibung auf der Spitze, bildet vor der Mündung beider Gasleitungen eine möglichst kleine kegelförmige Kammer, in welchem sich die Gase mischen, um das fertig gebildete Knallgas aus einem engen rohrartigen Loche ausströmen zu lassen.

Die Knallgaslampen.

Um mit der auf die eine oder andere Weise erzeugten, nur ganz unbedeutend leuchtenden Knallgasflamme ein intensives Licht zu erzeugen, bringt man in dieselbe an der heissesten Stelle einen, aus kohlensaurem Kalk hergestellten Körper von entsprechender Form.

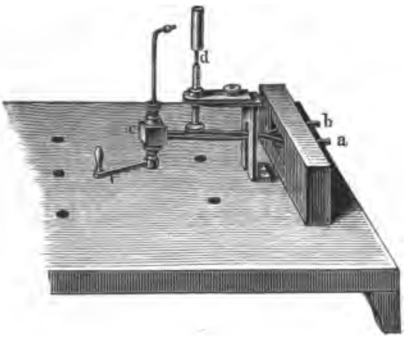


Fig. 16.

Der Kalk wird in Weissgluth gebracht und strahlt ein intensives Licht aus.

Die Anordnung dieser Knallgaslampen hat, wenn auch im Einzelnen verschieden, immer dasselbe Grundprincip.

In einem mit einem Hahn der zweiten Gattung versehenen Apparate (Fig. 16), wird das im Conus (*C*) gemischte Knallgas, gegen den in horizontaler und in verticaler Richtung verschiebbaren Kalkcylinder (*d*) geleitet, während bei Anwendung des von Gorup-Besanez angegebenen Apparates das erst unmittelbar vor dem Kalkcylinder ver-

einigte Knallgas auf den letzteren strömt. Der Kalkcylinder selbst ist, wie aus beiden Figuren leicht ersichtlich, sowohl in der Horizontale wie in der Verticale leicht verrückbar. Es ist dies nothwendig, um ein möglichst intensives Licht dadurch zu erzeugen, dass man den Cylinder in die heisseste Stelle der Knallgasflamme bringt.

Der Kalkcylinder befindet sich am besten auf einem mit ziemlich stark steigendem Schraubengewinde versehenen Stift (*d*), so dass, bei Drehung des Stiftes die Spitze der Flamme auf dem Mantel des

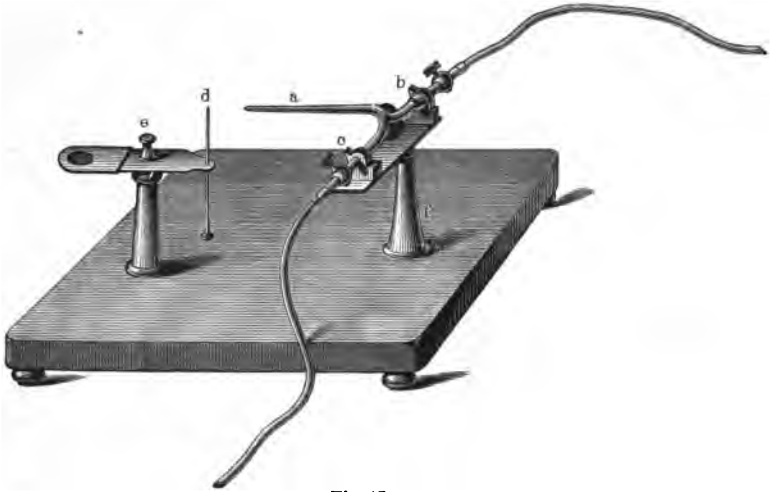


Fig. 17.

Cylinders eine Spirale beschreibt. Auf diese Weise ist es möglich, dem Gebläse stets neue Angriffspunkte des Kalkcylinders darzubieten, was insofern von ganz ausserordentlicher Bedeutung ist, als die Flamme mit der Zeit den getroffenen Theil des Kalkes zusammensintern lässt, und die hierdurch bedingte compactere Structur des Kalkes sowohl, wie die Entfernung desselben aus dem heissesten Theile der Flamme die Helligkeit des Lichtes ganz erheblich herabstimmen.

Die Bewegung des Kalkcylinders kann man leicht und in vollkommen genügender Weise mit der Hand besorgen und es wird sich die Einführung eines den Cylinder continuirlich drehenden Uhrwerkes nur da empfehlen, wo, wie bei Projections-Darstellung vor grösseren Auditorien, ein lange Zeit hindurch durchaus gleiches, möglichst

ruhiges Licht erfordert und der Vorführende durch andere Manipulationen vollständig in Anspruch genommen wird.

Statt der langen Kalkcylinder mit kleinerem Durchmesser werden jetzt vielfach im Handel auch kurze mit grossem Durchmesser und ebener Endfläche, sowie vierseitige Prismen empfohlen. Die geraden Flächen dieser Körper dienen als Leuchtflächen.

Sie haben jedoch nach meinen Erfahrungen für unsere Zwecke den Nachtheil, dass sie eine etwas geringere Intensität des Lichtes, bei Anwendung der gleichen Knallgasflamme geben. Die Flamme verfängt sich an der ihr, wenn auch geneigt, entgegenstehenden geraden Fläche stärker als an der gebogenen eines Cylindermantels, welche auch ein seitliches Abströmen und Umspülen gestattet, und wird so in ihrer Wirkung geschwächt. — —

Die Intensität des Kalklichtes ist einmal von dem richtigen Mischungsverhältniss der Gase und zweitens von dem Druck, unter welchem sie stehen, abhängig. —

Die richtigen Mischungsverhältnisse erhält man am besten auf folgende Weise: Man öffnet zunächst den Wasserstoff- bez. Leuchtgashahn für sich und erst wenn der Kalkcylinder angewärmt ist, langsam den Sauerstoffhahn.

Zunächst wird ein rauschendes, brausendes Geräusch entstehen und zwar so lange, als der Wasserstoff prävalirt. Dasselbe nimmt mit dem Steigen des Sauerstoffzutritts ab und hört ganz vollständig auf, wenn das richtige Mischungsverhältniss der Gase erreicht ist. Ist der Sauerstoff prävalirend, so entsteht ein zischender, mehr pfeifender Ton. —

In der Praxis wird man sehr bald die nöthige Uebung im Reguliren der Flamme erreichen; man sieht übrigens auch an der Intensität des Lichtes, die am grössten beim richtigen Mischungsverhältnisse der Gase ist, ob dieses Verhältniss wirklich vorhanden ist.

Die Beurtheilung der Flamme wird am leichtesten gelingen, wenn man einen seitlich vom Beleuchtungsapparat, in dessen Licht befindlichen Gegenstand, während der Regulirung der Hähne betrachtet. —

Im Allgemeinen wenden wir einen einer Wassersäule von ca. 1 Meter entsprechenden Druck des Sauerstoffes bei genügend starker Gasflamme an und erzielen selbst bei stärksten Vergrösserungen sehr kurze Expositionszeiten.

Der Preis des Lichtes stellt sich, wenn unter den gegebenen

Bedingungen gearbeitet wird, pro Stunde auf ca. 30 Pf., da ca. 25 bis 30 Liter Sauerstoff im Maximum verbraucht werden.

Ueber die Conjugirung des Kalklichtapparates mit den übrigen zur Beleuchtung nöthigen Linsen etc. werden wir bei Besprechung der letzteren eingehend zurückkommen und wollen nur noch kurz die Lichtquellen der zweiten Gruppe besprechen.

Die Lichtquellen zweiter Gruppe.

Es kommen hier das elektrische Glühlicht, das Auer'sche Gasglühlicht, das gewöhnliche Lampenlicht (Petroleum, Gas etc.) in Betracht.

1. Das elektrische Glühlicht

hat eine eingehende Prüfung auf seine Brauchbarkeit durch die Arbeiten von Th. Stein[1]) gefunden. Es werden zu seiner Anwendung in der Mikroskopie kleine Glühlämpchen von 2—5 Normalkerzen Leuchtkraft angewandt. Dieselben haben den Vorzug, dass sie, da ihre Wärmeausstrahlung eine äusserst geringe ist, sehr nahe den Linsen bez. den Objecten selbst gebracht werden können und sich deshalb, obwohl ihre Leuchtkraft eine relativ kleinere, dennoch den stärkeren Lichtquellen, welche wegen ihrer starken Wärmeausstrahlung in gewisser Minimalentfernung von den Beleuchtungslinsen etc. zu halten sind, in Bezug auf absolute Lichtstärke nähern sollen.

Ihre Anwendung geschieht entweder direct oder in Verbindung mit den unten zu beschreibenden Linsencombinationen neuer Construction.

2. Gasglühlicht, Gas- und Petroleumlampen.

Nächst dem elektrischen Glühlicht ist das von Auer erfundene Gasglühlicht, als die nächst stärkste Lichtquelle zweiter Gruppe in Betracht zu ziehen. Dasselbe besteht in einem auf ein dünnes cylindrisches Gewebe fixirten Niederschlag von in der Glühhitze stark leuchtenden Erden und wird dieser kleine Cylinder beim Gebrauch in die Flamme eines nach Art der Bunsen'schen Brenner construirten Brenners gehängt und giebt dabei ein intensives, sehr actinisches Licht.

---

[1]) Zeitschrift für wissenschaftl. Mikroskopie Bd. I, 84.

Nach mir freundlichst von Herrn Jul. Pintsch gemachten Angaben hat das Auer'sche Glühlicht bei Verbrauch von 90 Liter Gas pro Stunde 18 Kerzen Leuchtkraft. Der Glühkörper hält mehrere Tausend Stunden aus und kostet 2,50 M., während der Preis einer completten Lampe 15 M. beträgt. —

Dem Auer'schen Gasglühlicht folgen zum Schlusse die Gas- und Petroleumlampen. Dieselben sind deshalb besonders zu beachten, weil sie irgend welcher besonderen Vorrichtungen und Vorbereitungen zur Erzeugung ihres Lichtes nicht bedürfen, vielmehr überall und leicht zu haben sind. Die Construction geeigneter, möglichst lichtstarker Lampen für beide Brennmaterialien hat in den letzten Jahren ganz bedeutende Fortschritte gemacht und wir sind jetzt im Besitze derartiger Lampen, dass ihre Anwendung für schwächere und mittlere Vergrösserungen recht günstig erscheint. Ich will hier nur: die Siemens'schen, Wenham'schen nnd die Schülke'schen Gaslampen und die Reichslampen und Duplexlampen für Petroleum anführen.

Mit Anwendung dieser leicht zu beschaffenden, billigen und expeditiven Lichtquellen unter gleichzeitiger Benutzung der neuerdings in ganz vorzüglicher Construction gefertigten Abbe'schen Beleuchtungssysteme (siehe unten), ist man im Stande, auf den für Portrait- und Landschaftsaufnahmen üblichen Trockenplatten Vergrösserungen bis zu ca. 400facher Linearvergrösserung in ca. 75 Secunden Expositionszeit aufzunehmen. Bei stärkeren Vergrösserungen steigert sich die Expositionsdauer bei Anwendung derselben Platten ganz erheblich und beträgt schon bei 750 Linearvergrösserung (wie sie für Bacillen-Aufnahmen und dergleichen erforderlich ist) in minimo ca. 20 Minuten.

Ist nun diese Expositionszeit für unbewegliche und verkittete Objecte wohl anwendbar, so wird es doch, wie oben bereits ganz ausführlich beschrieben, seine Schwierigkeiten haben, flüssige unverkittete Objecte auf ca. 20 Minuten und bei stärkeren Vergrösserungen auf 40—50 Minuten unbeweglich still zu erhalten. Hierzu kommen noch die kleinen Erschütterungen des Apparates selbst, die zweifelsfrei leichter auf einige Secunden als auf 20—50 Minuten zu vermeiden sind.

Aus all' diesen oben des Näheren erörterten Gründen, wenden wir bei stärkeren und sehr starken Vergrösserungen das Kalklicht an, welches z. B. bei einer Linearvergrösserung von 1100 nur eine Expositionszeit von 10—15 Secunden erfordert und bei Anwendung der

hochlichtempfindlichen Platten von Bernaert noch Moment-Aufnahmen bei dieser Linearvergrösserung zulässt. —

Dass das Lampenlicht und die Lichtquellen zweiter Gruppe da nicht mehr hinreichen, wo bei stärkeren Vergrösserungen, der Natur und Färbung des Objects entsprechend, Polarisationsapparate und farbige, lichtschwächende Scheiben einzuschalten sind, braucht hier wohl nur nochmals angedeutet zu werden.

II. Die Beleuchtungsapparate.

Für die Beleuchtung bei schwächeren Vergrösserungen genügen höchst einfache Beleuchtungsapparate vollkommen.

Das von einem einfachen Concavspiegel, dessen Brennpunkt in das Object verlegt wird, ebenso wie das von **einer** Linse concentrirte Licht erhellt das Object in vollkommen ausreichender Weise.

Mit der Stärke der Vergrösserung potenziren sich aber auch die Schwierigkeiten, die in einer genügenden Beleuchtung liegen, und machen zur Erzielung guter Erfolge die Anwendung complicirterer Apparate nöthig.

Die von der Lichtquelle, sei es, welche es wolle, ausgehenden Strahlen müssen erst in eine geeignete für den speciellen Zweck erforderliche Form und Richtung gebracht werden. — Man bedient sich zur Erreichung dieses Zweckes der Spiegel und der Linsen.

Die allgemeinen für die Reflexion und Brechung geltenden Gesetze, soweit sie für Linsen und Spiegel in Betracht kommen, setzen wir, da ihre Darlegung an diesem Orte zu weit führen würde, als bekannt voraus und gehen nur auf die für unseren speciellen Fall wichtigen Punkte ein.

1. Die Spiegel.

Was zunächst die Spiegel angeht, so unterscheiden wir zwei Arten derselben: erstens solche, welche mit ihrer vorderen, dem Lichte zugekehrten Seite reflectiren und zweitens diejenigen, welche durch Belegen einer Spiegelglasscheibe mit einer reflectirenden Fläche auf der Rückseite erzeugt sind, bei denen also das Licht vor und nach der Reflexion das Glas passiren muss. In diesem Falle wird ein ganz beträchtlicher Theil des Lichtes verschluckt werden.

Spiegel letzterer Art sind schon aus diesem Grunde für mikro-

photographische Zwecke nicht zu empfehlen. Einen weiteren Nachtheil tragen sie dadurch in sich, dass ausser ihrer eigentlich reflectirenden hinteren Fläche noch die Vorderfläche einen Theil der auffallenden Lichtstrahlen zurückwirft, wir also bei schräger Reflexion, und um eine solche wird es sich in unseren Falle stets handeln, neben dem Hauptbild der Lichtquelle, noch ein schwächeres Doppelbild derselben erhalten, ein Fehler der sich um so fühlbarer macht, je dicker das Spiegelglas ist. Dass solche Doppelreflexe störend bei stärkeren Vergrösserungen wirken, ist selbstvertändlich; dieser Umstand hat deshalb, im Verein mit der durch das zweimalige Passiren des Glases bedingten Lichtabschwächung, die belegten Spiegel hinter die mit der Vorderfläche reflectirenden Metallspiegel zurückgedrängt. —

Da die Beschaffung der Metallspiegel im Allgemeinen eine theuere Sache ist, hat man dieselben mit gutem Erfolge dadurch zu ersetzen gewusst, dass man Spiegelglasplatten auf einer Seite mit einer nicht zu schwachen Schicht von metallischem Silber überzieht und dann dieselbe polirt. Man erhält so auf billige und leichte Weise sehr schöne und in jeder Weise zu empfehlende Silberspiegel mit Glasunterlage, welche alle Vorzüge der Metallspiegel zeigen.

Wir führen deshalb nachstehend zwei kurze Recepte zur Darstellung schöner Silberspiegel an.

Das von A. Martin gegebene und von Benecke recapitulirte Recept besteht in der Bereitung:

I. Einer 10procentigen Lösung von Höllenstein in destillirtem Wasser.

II. Einer wässerigen 3,5procentigen Ammoniaklösung (0,985 spec. Gew.).

III. Einer wässerigen 4procentigen Aetznatron-Lösung.

IV. Einer Lösung von 25 g Rohrzucker in 200 ccm destillirtem Wasser, die man nach Zusatz von 1 ccm Salpetersäure (0,935 spec. Gew.) ca. 20 Minuten zur Invertirung des Zuckers kocht, und dann nach Hinzufügung von 50 ccm 85—90procentigen Alkohol mit Wasser auf 500 ccm auffüllt. —

Es werden nun von Lösung I 3 Volume, von II 2 Volume, von III 5 Volume mit 15 Volume Wasser gemischt und für 24 Stunden bei Seite gestellt. Die Flüssigkeit muss klar bleiben, wenn sie richtig bereitet ist, und durch Zusatz eines Tropfens Höllenstein einen dauernden Niederschlag liefern.

Die vorher mit Salpetersäure gut gereinigte und getrocknete Spiegelglasscheibe wird nun genau horizontal gelegt, und auf dieselbe die gemischte Flüssigkeit, der noch ca. $^1/_{10}$ ihres eigenen Volumens von der Lösung IV zugefügt ist, gleichmässig gegossen. —

Die Reduction des Silbers vollzieht sich in ca. 20 Minuten bei ca. 15—20° R. und spült man nach dieser Zeit die Platte erst mit gewöhnlichem, dann mit destillirtem Wasser ab und lässt sie an einem staubfreien Orte trocknen.

Den noch vorhandenen weissen Anflug polirt man durch sanftes Reiben mit weichem Leder und etwas Polirroth (präcipitirtes Eisenoxyd) fort.

Nach Prof. Palmieri erhält man ausserordentlich schöne Spiegel, wenn man zu einer ammoniakalischen Silberlösung zuerst Aetzkali in geringer Menge und dann einige Tropfen Glycerin zusetzt. Die Wirkung, die sogleich beginnt, wird durch mässige Wärme und Dunkelheit erhöht und verbessert.

Das erst beschriebene Verfahren ist vom Verfasser wiederholt erprobt und als sehr gut befunden worden. —

Bei der Reflexion mittels Spiegels geht stets ein ganz erheblicher Antheil des Lichtes verloren. Selbst die besten Spiegel verursachen immer noch einen Verlust von ca. 25% des auffallenden Lichtes. —

Mr. Chardonnet stellte übrigens durch Versuche, die er der Pariser Akademie vorlegte, fest, dass ein Silberspiegel zwar die sichtbaren Strahlen reflectire, die dunklen Strahlen von kurzer Wellenlänge aber derartig durchlasse, dass durch den Spiegel hindurch photographirt werden kann.

Man wird also in allen den Fällen, wo es sich um einen möglichst intensiven Beleuchtungseffect bei Anwendung künstlicher Lichtquellen handelt, stets vorziehen, so weit wie irgend angänglich die Benutzung von Spiegeln zu beschränken oder ganz zu umgehen. —

Die Anwendung von Hohlspiegeln dürfte nur in ganz seltenen Fällen bei der Mikrophotographie Statt haben und kann deshalb füglich hier übergangen werden; besonders da diese Spiegel immer durch Anwendung geeigneter Linsen zu ersetzen sind.

2. Die Linsen.

Die Beleuchtung mit Linsen kann eine vierfache sein. Entweder das Licht fällt auf das Object in parallelen Strahlen oder die Strah-

len divergiren oder sie convergiren oder endlich das Object befindet sich im Kreuzungspunkte (Brennpunkte) der Strahlen.

Liegt das Object zwischen der Sammellinse und dem Brennpunkte derselben, so befindet es sich im convergenten, liegt es hinter dem Brennpunkte derselben, so befindet es sich im divergenten Lichte, während endlich, wenn Object und Brennpunkt zusammentreffen, der letzte Fall eintritt.

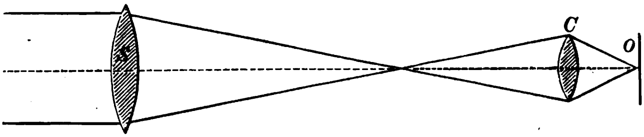


Fig. 18.

Fügt man zwischen die Sammellinse (*S*) und das Object (*O*) noch eine kleinere Linse (*C*) mit kurzer Brennweite derartig ein, dass die Brennpunkte beider Linien coincidiren, so wird man bei geeigneter Auswahl der Linsen, das Object in einem concentrirten Bündel von parallellaufenden Strahlen haben. —

Die Einfügung dieser zweiten kleineren Linse mit kurzer Brennweite (oder an ihrer Stelle eines gleichwirkenden Systems mehrerer Linsen) ist der bei Weitem häufiger vorkommende Fall und man kann auch in diesem Fall, neben der parallelen Beleuchtung con- und divergirendes Licht auf das Object fallen lassen.

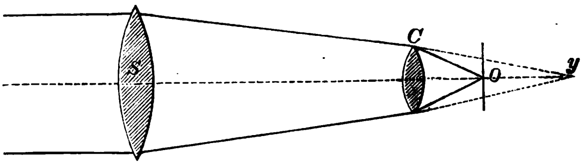


Fig. 19.

Wenn man nämlich die kleinere Linse in das von der grösseren Linse ausgehende Strahlenbündel noch vor seiner Vereinigung im Brennpunkte (*y*) bringt, so erhält man das unmittelbar hinter der kleineren Linse befindliche Object mit convergirendem Lichte beleuchtet, während man bei weiterer Näherung der kleineren Linse an die grössere und Stillstehenlassen des Objectes zunächst den Brennpunkt in das Object selbst verlegen und dann bei noch weiterem Annähern der kleineren Linse an die grössere divergentes Licht erzeugen kann. Natürlich kann man auch durch Einfügung einer

planconcaven oder biconcaven Linse zwischen der Sammellinse und ihrem Brennpunkt, den convergirenden Strahlenkegel in ein Bündel starker Parallel-Lichtstrahlen verwandeln. —

Die Beleuchtungsweise mit parallelem, convergentem und divergentem Lichte wird vorwiegend bei mittleren und schwächeren Vergrösserungen zur Anwendung gelangen, während bei starken und stärksten Vergrösserungen, bei denen es auf die grösstmöglichste Helligkeit und demnach auf die Concentration des Lichts ankommt, hauptsächlich die letzte Art und Weise der Beleuchtung (Coincidiren von Brennpunkt und Object) zur Hülfe gezogen wird.

Dass man, wenn man das Bild der Lichtquelle selbst in das Object, resp. in die zu beobachtende und zu photographirende Stelle desselben verlegt, die grösste Helligkeit erreichen muss, ist einleuchtend. —

Man ist nun im Stande das Bild des Leuchtkörpers selbst auf verschiedenste Weise auf das Object zu verlegen und so den gewünschten Erfolg zu erzielen.

Es ist aber hier auch das, was oben (S. 28) eingehend erörtert ist, in ganz besondere Erwägung zu ziehen, nämlich wie gross die leuchtende Fläche der Lichtquelle selbst ist.

Bei einer Leuchtfläche, die selbst nur einen sehr kleinen Punkt einnimmt, wird man sich darauf beschränken müssen, denselben durch die Anwendung der Linsen, nur sehr wenig verkleinert in das Object zur Beleuchtung zu verlegen. Je mehr leuchtende Fläche die Lichtquelle hingegen bietet, beziehungsweise eine je grössere Fläche ihr auf eine Ebene projicirtes Bild liefert, eine desto stärkere Verkleinerung kann dieses Bild bei seiner Verlegung in das zu beleuchtende Object erfahren.

Mit der Stärke der mikroskopischen Vergrösserung steigt gleichmässig die Verkleinerung des zu beleuchtenden Gesichtsfeldes, es wächst aber auch die Grösse der zur Erzielung einer gleichen Helligkeit nöthigen Lichtintensität.

Man sieht hieraus, dass der Verkleinerung und Concentrirung des Lichtes ganz bestimmte Grenzen durch die gegebenen Verhältnisse gesteckt sind. —

Bei schwachen und mittleren Vergrösserungen genügt es deshalb, die Beleuchtung in folgender Weise anzuordnen:

Man sammelt die von der Lichtquelle ausgehenden Strahlen mittels einer 8—10 cm im Durchmesser habenden Sammellinse und

regulirt den Abstand der Linse, der Lichtquelle und des Objectes derart von einander, dass das Bild der Lichtquelle auf dem Objecte sich befindet.

Die Randstrahlen, welche zu Diffractionserscheinungen und Unschärfen Anlass geben könnten, beseitigt man durch Einschaltung passender Blenden.

Bei Anwendung des Sonnenlichtes kann man ein sehr gleichmässig erleuchtetes Gesichtsfeld auch dadurch herstellen, dass man zunächst ein rundes Sonnenbildchen von 5—7 cm Durchmesser auf einer hinter der Sammellinse eingeschalteten matten Glasscheibe erzeugt und dieses helle Bildchen dann des Weiteren als Lichtquelle behandelt.

Hat man vorher die matte Scheibe mit einer Spur Vaseline betupft und die letztere auf der Scheibe mittels eines Läppchens gut verrieben, so ist das Sonnenbildchen sehr lichtstark und intensiv. Auf der matten Scheibe bezeichnet man füglich den Kreis, welchen das Sonnenbildchen bei richtiger Stellung für den hinter der Scheibe befindlichen eigentlichen Beleuchtungsapparat einnimmt, mittelst eines Bleistiftes, oder durch ein mit entsprechendem kreisrunden Ausschnitt versehenes, auf der Scheibe befestigtes Papier; man hat dann nur nöthig, das von einem Spiegel auf die Sammellinse reflectirte Licht durch Drehung des Spiegels derart zu reguliren, dass es während der Aufnahme etc. in dem betreffenden Kreis liegt und ist auch ohne nochmaliges Nachsehen im mikrophotographischen Apparat, sicher, dass die Beleuchtung richtig einsteht. Man umgeht auf diese Weise leicht und bequem die Anwendung des theuren Heliostaten. —

Das entworfene Sonnenbildchen auf der Glasscheibe wird in diesem Falle durch einen der gleich näher zu beschreibenden Beleuchtungsapparate verkleinert in das Object verlegt. —

Ist die Anwendung nur einer grösseren Sammellinie bei schwächeren Vergrösserungen ebenso genügend wie die Benutzung eines guten Concavspiegels, so reicht sie bei stärkeren Vergrösserungen nicht mehr aus.

Man könnte zwar meinen, dass man ein geeignet lichtstarkes, kleines Bild der Lichtquelle durch gehörige Entfernung derselben von der Linse erzielen könne; dem ist aber nicht so.

Es ist hier zu bedenken, dass die Grösse des Bildes der Lichtquelle mit dem Wachsen der Entfernung der letzteren von der Linse

abnimmt; dass aber auch die Lichtintensität mit der Entfernung der Lichtquelle sich vermindert.

Befindet sich der leuchtende Körper in einer der doppelten Brennweite der Linse gleichen Entfernung von derselben, so wird in gleicher Entfernung auf der anderen Seite der Linse ein Bild des Leuchtkörpers in seiner natürlichen Grösse entstehen; wächst die Entfernung des Körpers von der Linse, so rückt sein Bild der Linse näher, verkleinert sich und zwar nach der Formel:

$$B = \frac{p}{a-p} G,$$

wo B die Grösse des Bildes, p die Brennweite der Linse, a die Entfernung des Leuchtkörpers von der Linse, und G die Grösse des Leuchtkörpers bedeutet.

Man würde nun durch die Entfernung der Lichtquelle, da dieselbe eine mit der Entfernung im quadratischen Verhältnisse fortschreitende Abnahme der Intensität in sich schliesst, zwar eine recht erhebliche Verkleinerung erzielen aber gleichzeitig eine zu grosse Einbusse an Intensität durch diese Entfernung der Lichtquelle erleiden.

Nehmen wir die Lichtmenge, welche die Linse in einer Entfernung, die gleich der doppelten Brennweite ist, von der Lichtquelle erhält, als Einheit (1) an, so wird, wenn die Lichtquelle auf die doppelte Entfernung (4 fache Brennweite) gebracht wird, die Linse nur $\frac{1}{4}$ soviel Licht empfangen und also auch im projicirten Bilde vereinigen können. Bei dreifacher Entfernung (6 facher Brennweite) erhält die Linse, und somit auch das von ihr entworfene Lichtbild, nur $\frac{1}{9}$ der als Einheit angenommenen Lichtmenge, bei 4 facher Entfernung (8 facher Brennweite) nur $\frac{1}{16}$, und so fort!

Bliebe das entworfene Bild also stets so gross, wie es bei der als Einheit genommenen Entfernung (2 fache Brennweite) ist, so würde es bei Verdoppelung dieser Entfernung nur $\frac{1}{4}$ der Intensität in jedem einzelnen Punkte zeigen, wie ursprünglich; bei dreifacher $\frac{1}{9}$, bei 4-facher $\frac{1}{16}$ u. s. f. Nun verkleinert sich aber das Lichtbild mit der Entfernung der Lichtquelle von der Linse und zwar nach der Formel

$$\frac{p}{a-p} \cdot G.$$

Es wird also, während es bei der Einheit (der doppelten Brennweite $= \frac{1}{2-1} \cdot G$ ist, d. h. die natürliche Grösse der Lichtquelle hat, bei

Verdoppelung dieser Entfernung (4facher Brennweite) $= \frac{1}{4-1} G$, also $\frac{1}{3}$ so gross sein; bei Verdreifachung dieser Entfernung (6 facher Brennweite) $= \frac{1}{6-1} G$, also $\frac{1}{5}$ so gross sein; bei Vervierfachung dieser Entfernung (8 facher Brennweite) $= \frac{1}{8-1} G$, also $\frac{1}{7}$ so gross sein und so fort! Das heisst: die von der Linse entworfenen Bilder werden sich bei einer Vergrösserung der Entfernung der Lichtquelle von der Linse im Verhältniss 1 : 2 : 3 : 4 : 5 und so fort gleichmässig und zwar im Verhältniss 1 : 3 : 5 : 7 : 9 u. s. f. verkleinern und ihre Flächen werden also 1, $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{25}$, $\frac{1}{49}$, $\frac{1}{81}$ so gross sein, als die als Einheit angenommene.

Es muss also, wenn eine gleiche Lichtmenge auf verschiedene Flächen von der Grösse $\frac{1}{1}$, $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{25}$, $\frac{1}{49}$ fällt, die Intensität jeder Fläche resp. jedes einzelnen Punktes derselben im Verhältniss 1 : 9 : 25 : 49 aufsteigen.

Die Intensität der von der Linse entworfenen Bilder wird also durch das Verhältniss ihrer Flächengrösse zu der die Linse treffenden Lichtmenge ausgedrückt sein.

Das heisst:

bei der Einheit (doppelten Brennweite)	=	$\frac{1}{1}$	
bei der doppelten Entfernung (4facher Brennweite)	=	$\frac{9}{4}$	= 2,250,
bei 3facher Entfernung (6 facher Brennweite)	=	$\frac{25}{9}$	= 2,777,
bei 4 facher Entfernung (8facher Brennweite)	=	$\frac{49}{16}$	= 3,055,
bei 5 facher Entfernung (10 facher Brennweite)	=	$\frac{81}{25}$	= 3,240,
bei 6 facher Entfernung (12 facher Brennweite)	=	$\frac{121}{36}$	= 3,361,
bei 7 facher Entfernung (14 facher Brennweite)	=	$\frac{169}{49}$	= 3,449,
bei 50 facher Entfernung (100 facher Brennweite)	=	$\frac{(99)^2}{(50)^2}$	= 3,920,
bei 1000 facher Entfernung (2000 fach. Brennweite)	=	$\frac{(1999)^2}{(1000)^2}$	= 3,996,
bei 5000 fach. Entfernung (10 000 fach. Brennweite)	=	$\frac{(9999)^2}{(5000)^2}$	= 3,999,

bei unendlicher Entferng. (2 $\times$ ∞fach. Brennweite) $= \frac{(2\infty - 1)^2}{(\infty)^2} = 4{,}0$ sein.

Man sieht hieraus, dass sich die Intensität des Bildes durch die Formel

$$\frac{(2\,x - 1)^2}{x^2}$$

ausdrücken lässt, wenn x die Grösse der Entfernung der Lichtquelle von der Linse in Einheiten der doppelten Brennweite ($2\,p$) ausdrückt.

Wir werden also, um ein Beispiel zu geben, wenn die Entfernung der Lichtquelle von einer Linse mit 3 cm Brennweite 60 cm gross wäre, und die Intensität der Lichtquelle = 1 ist, im entworfenen Bilde eine Intensität von

$$\frac{[(2 \,.\, 10) - 1]^2}{10^2} = \frac{19^2}{100} = 3{,}01$$

haben.

Selbstverständlich sind alle oben angeführten Daten auf ein und dieselbe Linsengrösse bezogen, denn mit dem Durchmesser einer Linse wächst auch die Intensität eines von ihr entworfenen Lichtbildes und zwar verhalten sich die Intensitäten der von zwei Linsen verschiedener Grösse und gleicher Brennweite entworfenen Bilder bei gleichen Abständen der Lichtquellen wie die Quadrate der Linsendurchmesser. —

Wir sehen hieraus, dass das Maximum der durch blosse Distanzsteigerung zu erreichenden Intensität = 4 ist, dass jedoch schon bei vierfacher Entfernung dreifache Intensität erreicht ist und die Steigerung von der drei- bis zur vierfachen Intensität sich auf die Entfernung von 4 bis ∞ vertheilt, also sehr langsam und nur wenig wächst. In der Praxis werden die Verhältnisse noch ungünstiger, da hier noch ein Verlust an Licht durch Absorption, Brechung und Reflexion während des Passirens der Luft und der Linse hinzukommt. Man wird deshalb kaum über die 6fache Brennweite als Entfernung des Leuchtkörpers von der Linse jemals hinausgehen.

Aus diesem Grunde schaltet man da, wo es sich um möglichst intensive Beleuchtung handelt, hinter der Sammellinse noch eine zweite kleinere Linse von kürzerer Brennweite, oder statt dessen ein ganzes Linsensystem, ein.

Wie leicht ersichtlich, kann die Wirkung dieser kleineren Linse oder des entsprechenden Systems nun eine zweifache sein.

Entweder man schaltet dieselbe in die von der Sammellinse convergent gemachten Strahlen noch vor deren Vereinigung in ihrem Kreuzungspunkt (Brennpunkt) ein, siehe Fig. 19, und verkürzt so die Weglänge der Strahlen und verkleinert gleichzeitig das Bild des Leuchtkörpers im Objecte, oder man entwirft mit der Sammellinse ein Luftbild des Lichtkörpers an einem solchen Punkt vor der kleineren Linse, oder dem System, dass das stark verkleinerte Bild durch diese Linse genau in das Object verlegt wird (Fig. 18).

Beide Arten von Lichtconcentration werden aus Fig. 18 u. 19, in der *S* die Sammellinse, *C* die kleinere Linse, oder an ihrer Stelle ein Linsensystem, *o* endlich der Ort des Objectes ist, ohne weitere Erörterungen klar. — —

Man kann natürlich bei Anwendung starker Systeme (anstatt der kleineren Linse), wenn man eine künstliche Lichtquelle in Anwendung bringt, die letztere direct, unter Umgehung der grossen Sammellinse, in den Brennpunkt des Systems bringen. Eins ist dabei aber Haupterforderniss: die Lichtquelle darf nämlich keine irgendwie e r h e b l i c h e Wärme-Entwicklung in sich schliessen, so dass man sie ohne Gefahr für die immerhin kostspieligen Linsen, welcher dieselben durch starke Erhitzung ausgesetzt würden, denselben sehr nahe bringen kann, wie es die mit kurzer Brennweite versehenen Systeme erforderlich machen. —

Für diese Zwecke wird sich, ausser den von Th. Stein in so sinnreicher Weise angewandten elektrischen kleinen Glühlichtern[1]), wohl deshalb keine der bislang bekannten Lichtquellen eignen. —

Wir haben für unsere Aufnahmen und Arbeiten sowohl bei Sonnenlicht als bei Knallgaskalklicht stets statt einer einfachen kleineren Linse, zwei unmittelbar hintereinanderliegende biconvexe Linsen von kurzer Brennweite mit sehr gutem Erfolge angewandt. Dieselben waren, wie dies oben in der ersten Combination beschrieben, in den von der Sammellinse kommenden, convergenten Lichtkegel noch vor seiner Spitze eingeschaltet.

Bei Sonnenlicht wandten wir als Sammellinse die Linse eines photographischen Objectivs von 30 cm Brennweite an, während dieselbe bei Benutzung des Kalklichtes durch eine grössere, aus zwei planconvexen Linsen combinirten Sammellinse von 8 cm Durchmesser und kurzer Brennweite ersetzt war.

---

[1]) Siehe oben S. 49.

Diese Anordnung bietet den Vortheil, dass sie durch Verschiebung der beiden kleineren Linsen in Richtung der Beleuchtungsaxe, je nach Art und Stärke dieser Verschiebung, parallele, convergente, divergente Beleuchtung und Vereinigung des Brennpunktes mit dem Brennpunkte des Mikroskop-Objectives, oder, was dasselbe ist, mit dem qu. Theile des Objectes gestattet.

Die sämmtlichen Beleuchtungsapparate sind am besten auf einem fest mit dem Mikroskop selbst oder dem Standbrett desselben ver bundenen Schlitten anzubringen.

Es eignet sich hierzu besonders gut ein aus getrocknetem Eichenholz der Längsfaserung nach gefertigter Schlitten. Derselbe hat einen Querschnitt von beigezeichneter Form und eine Länge von ca. 1—1,5 Meter. Er wird füglich aus einem Stück oder aus zwei winkelförmigen Theilen gefraist, die in der durch die Linie *L* angedeuteten Fläche zusammengeleimt werden. Bis zu 1 cm an jedes Ende läuft durch die ganze Länge des Schlittens ein Spalt *S* von 5—6 mm Breite.

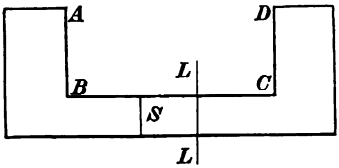


Fig. 20.

In den rinnenförmigen Theil des Schlittens passen längliche, an den drei Seiten *AB*, *BC*, *CD*, mit schwacher Reibung anliegende Klötzchen, die in der Mitte eine Durchbohrung und in dieser eine mit Flügelmutter versehene Schraube tragen. Die Schraube trägt an ihrem unter den Schlitten durch den Längsspalt hervorragenden Ende eine breitere Planscheibe, welche sich bei Anziehen der oben auf dem Klötzchen befindlichen Mutter gegen den Schlitten presst und so ein absolutes Feststellen der einzelnen Klötzchen in jeder beliebigen Stelle des Schlittens ermöglicht. —

Auf diesen einzelnen Klötzchen, die eine leichte Auswechselung und Umsetzung gestatten, sind die einzelnen Bestandtheile des Beleuchtungsapparates befestigt und zwar derart, dass sie vermöge eines kleinen, zur Längsaxe des grossen Schlittens querstehenden Schlittens, eine Seitenverschiebung, und somit genaue Centrirung, gestatten.

Auf dem so construirten Schlitten befinden sich für gewöhnlich: Am untersten Ende desselben der Planspiegel (I), dann, in der Reihenfolge auf das Mikroskop zu, die Blende *E*, — die selbstredend

derartig eingerichtet ist, dass sie das Einschieben von Blenden mit kleinerer Oeffnung gestattet —, die Sammellinse (D), die matte Glasscheibe (H) oder an ihrer Stelle eine entsprechende Cüvette. — Am Mikroskope selbst befindet sich der durch einen Silberspiegel ersetzte Mikroskopspiegel, mit sämmtlichen auf dem Schlitten stehenden Apparaten centrirt, und endlich unmittelbar unter dem Tische die Doppellinse (*F*) mit Blenden. Mit einem principiell in dieser Weise angeordneten Apparate haben wir bei Sonnenlicht und stärksten



Fig. 21.

Vergrösserungen sehr gute Resultate erhalten ebenso wie bei Anwendung künstlicher Lichtgeber, wo jedoch an Stelle des grossen Spiegels (I), die oben erwähnte grosse Sammellinse tritt, dafür die kleinere Linse (*D*) aber wegbleibt. —

Wird der ganze mikrophotographische Apparat in horizontale Lage gebracht, so behält der Beleuchtungsapparat auf eine entsprechende Unterlage geschraubt seine Anordnung, nur fällt dann der kleine Spiegel (M) selbstredend fort.

Letzteres ist gleichfalls der Fall, wenn bei senkrechtem stehenden Apparate der Beleuchtungsapparat in der Verlängerung der Längsaxe des Mikroskopes aufgestellt wird. — — Dass je nach

Bedürfniss noch farbige Scheiben und dergleichen Nebenapparate mit Leichtigkeit in den Schlitten einzufügen sind, bedarf kaum der Erwähnung. — —

Neben diesen einfachen Beleuchtungsanordnungen, mit denen wir übrigens bei richtiger Anordnung, sowohl bei Sonnenlicht, wie auch bei künstlichen Lichtquellen, speciell Lampen- und Kalklicht, sehr gute Resultate erhalten haben, hat man in letzter Zeit ganz vorzügliche Beleuchtungsapparate, die allerdings einen ziemlich hohen Preis haben, construirt. Dieselben ersetzen durchweg die beiden combinirten Linsen, welche sich unmittelbar unter dem Tische des Mikroskopes befinden.

Der Zweck und die Wirkung dieser Linsen von kurzer Brennweite ist bereits des Näheren besprochen, sie sollen ein mit dem Brennpunkte des Mikroskopes-Objectives zusammenfallendes Bild des Lichtgebers erzeugen.

Da nun aber die vom Objectiv des Mikroskopes ausgehenden und das Bild auf der matten Scheibe zeichnenden Strahlen eine sehr starke Divergenz haben, so müssten die in dasselbe im Brennpunkte eintretenden Strahlen, die von der unter dem Object befindlichen Linse convergent gemacht sind, wenn durchaus jede Diffractionserscheinung vermieden werden soll, eine der Divergenz der eintretenden Strahlen genau entsprechende Convergenz haben. —

Wollten wir also dieser theoretisch vorgeschriebenen Forderung vollständig genügen, so müssten wir für jedes Objectiv ein entsprechendes Beleuchtungssystem dem Apparate einschalten. Es wäre diese Anordnung eine höchst kostspielige und man kann sie in recht genügender Weise dadurch umgehen, dass man je nach der Stärke des Objectives die Convergenz des sich im Brennpunkt desselben vereinigenden Lichtbündels durch Verschiebung der Sammellinse und der Concentrationslinse unter einander, wie gegen das Object, in entsprechender Weise regulirt. — Wir haben wenigstens stets auf diese Weise sehr Gutes erreicht. —

Die Convergenz der das Lichtbildchen im Object bildenden Strahlenbündel muss natürlich mit der Stärke des anzuwendenden Objectives wachsen, und hat man deshalb verschiedene, selbst für die stärksten Objective genügende Beleuchtungssysteme construirt.

Die Condensoren.

Als älteste Modification ist hier zunächst die von Dujardin angegebene zu erwähnen. Dieser Apparat wie die übrigen anzuführenden Apparate werden insgesammt mit dem Namen: Condensoren, d. h. Lichtverdichter, bezeichnet.

Der von Dujardin angegebene Condensor besteht in einer stark gewölbten planconvexen Linse, von kurzer Brennweite und geringem Durchmesser. Die plane Seite wird dem Objecte zugewendet. Er wirkt genau in derselben Weise, wie die vom Verfasser angewendeten Combinationen zweier biconvexer Linsen. —

Genau in demselben Sinne wirken die von Seibert und von Klönne & Müller construirten Condensoren, von denen Letzterer zwei, Ersterer drei Linsen enthält.

Der Klönne-Müller'sche Condensor besteht aus einer dem Object zunächst stehenden planconvexen Linse, deren plane Seite dem Objecte zugekehrt ist, während die stark kugelförmig gewölbte andere Seite der Linse einer zweiten, in derselben Hülse befindlichen, schwächer biconvexen Linse in kurzer Distanz gegenübersteht.

Am unteren Theile der die Linsen tragenden Hülse befindet sich noch eine zur Einschiebung der verschiedensten Blenden geeignete Führung.

Die Blenden selbst sind je nach Bedarf von verschiedenstem Durchmesser und so eingerichtet, dass auch die die Beleuchtungsaxe senkrecht durchlaufenden Strahlen abzublenden sind und hierdurch (siehe unten) eine helle Beleuchtung auf schwarzem Hintergrunde bei geeigneten Objecten zu erzielen ist. —

Dieselben Blendungsarten zeigt der Seibert'sche Condensor. Derselbe besteht, wie der Klönne'sche, zunächst aus einer dem Object mit der flachen Seite zugekehrten planconvexen, stark gewölbten Linse, der dann eine concav-convexe Linse mit grösserem Radius folgt, deren concave Seite der eben erwähnten Linse, und somit dem Objecte, zugewandt ist, während ihre convexe Seite der planen Seite der nun folgenden dritten, planconvexen Linse gegenübersteht. —

Als grösster und wirksamster Condensor ist der von der Firma Carl Zeiss in Jena in neuerer Zeit gebaute Apparat zu bezeichnen.

Derselbe ist ein für alle und jede Ansprüche und selbst die feinsten und durchsichtigsten Bacterienpräparate ausreichender. Er macht es durch die Construction, welche nach den Angaben des um

die Optik so hochverdienten Prof. Abbe-Jena[1]) durchgeführt ist, möglich, alle Arten der geraden und schiefen Beleuchtung durch einfaches Bewegen oder Wechseln der Blenden auszuführen. Der Beleuchtungskegel ist ein die ganze Objectivfüllung ausfüllender und eignet sich deshalb ganz besonders zur Untersuchung der nach Robert Kochs Methode gefärbten Präparate.

Alle Veränderungen und alles Wechseln in der Beleuchtung lässt er auf leichte und bequeme Weise durchführen; ebenso lässt er die Anwendung von Polarisationsapparaten und die von einer Beleuchtung des Objectes auf dunklem Gesichtsfelde bequem zu.

Letztere Art der Beleuchtung wird durch eine Blende, die seitliches Licht passiren lässt, das centrale Licht aber abblendet, erzielt; sie besteht in einem mit drei ganz schmalen, radialen Speichen, welche eine kleine centrale Metallscheibe tragen, versehenen Ringe von Grösse der übrigen Blenden.

Von gleicher Wirkung wie diese Art der Blendung ist ein viel früher von Nachet construirter Apparat: „Eclairage à fond noir", der in einem Glasconus besteht, dessen Basis von einer in der Mitte kreisförmig geschwärzten, convexen Fläche gebildet wird und der, mit dieser Fläche dem Object zugekehrt, mit der abgestumpften Spitze demnach nach unten, an Stelle des Condensors gesetzt wird. Die Seitenstrahlen parallel auffallenden Lichtes werden von dem Conus durchgelassen und in sehr schräger Richtung auf das Object geworfen, von dem die Centralstrahlen durch den geschwärzten Theil abgehalten sind. Nach Einführung des Abbe'schen Condensors und ähnlicher Apparate dürfte dieser Apparat mehr von historischem Interesse sein. —

Leider fertigt die Zeiss'sche Fabrik die Beleuchtungsapparate nur in drei Formen und für die grösseren Stative ihrer Fabrik passend, übernimmt aber wegen der kaum durchzuführenden Anpassung an andere Stative keine Ausführungen an solchen.

Bei den kleineren Beleuchtungssystemen derselben Firma, welche denen von Seibert und Müller & Klönne gleichen, ist immerhin eine sehr starke Beleuchtung, die einigermaassen das erreicht, was der grosse Abbe-Apparat leistet, möglich, und sollen sie deshalb diesen kostspieligen Apparat in vielen Fällen ersetzen. — Die Construction des Abbé besteht in Folgendem:

---

[1]) Archiv f. mikroskop. Anat. Bd. IX. 496.

Das Linsensystem selbst ist ein **Immersionssystem**, es wird deshalb auf die plane, dem Objectträger zugekehrte, Seite der oberen Linse ein Tropfen Wassers gebracht und so der durch den Ein- und Austritt des Lichtes aus der Luft in Glas bedingte Verlust an Licht herabgemindert. Die Linsensysteme selbst werden in zwei Formen geliefert.

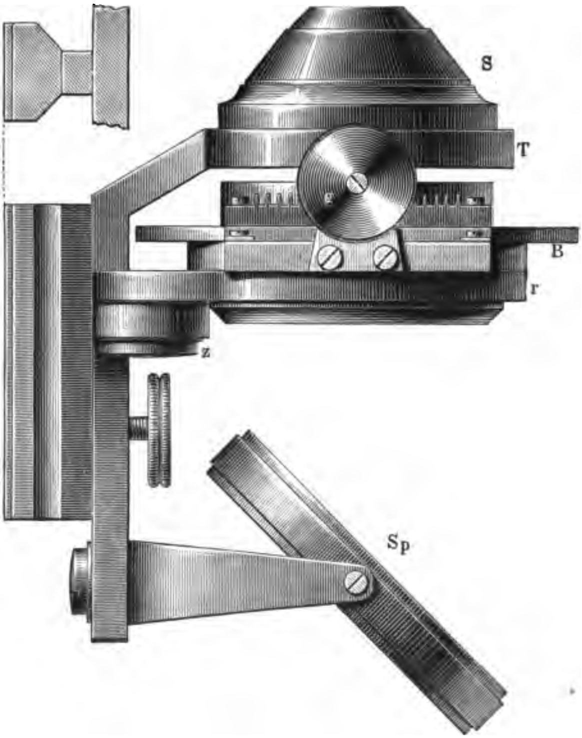


Fig. 22.

Das erstere enthält eine obere planconvexe Linse, deren gekrümmte Seite überhalbkugelförmig ist und dicht an die zweite biconvexe Linse angrenzt.

Das zweite enthält drei Linsen, eine obere kleinere planconvexe, eine mittlere concavconvexe und eine untere biconvexe, und kommt hauptsächlich bei stark schiefer Beleuchtung, sowie beim Beobachten mit Objectiven von sehr grosser Apertur in Anwendung.

Das erstere System hat eine numerische Apertur von 1,20, das zweite von 1,40.

Der mechanische Theil der Apparate hat eine derartige Form, dass er unter dem Objecttisch des Mikroskopes in eine Coulisse nach Entfernung des gewöhnlichen Beleuchtungsspiegels einschiebbar ist.

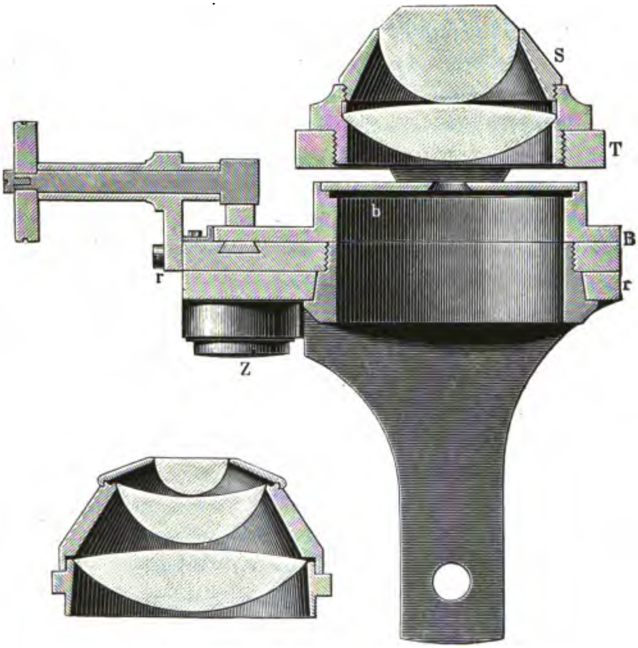


Fig. 23.

Der obere, das System selbst tragende, ringförmige Theil (*T*) ist unbeweglich und genau centrirt, er lässt nur ein Auswechseln der beiden erwähnten Systeme zu. Der untere, die Blende tragende Theil dagegen ist um eine Verticalaxe seitlich drehbar und ermöglicht so durch seitliches Drehen ein leichtes Auswechseln der Blenden. Die letzteren sind mit concentrischen Oeffnungen von verschiedenem Durchmesser versehen und passen genau beim Einlegen in den Träger (*b*).

Dieser obere Theil des beweglichen Blendenträgers ist mittelst eines Triebes (*g*) in einer geeigneten, schlittenartigen Führung ver-

schiebbar und lässt so durch einfaches Drehen des Triebes die Herstellung centrischer und schiefer Beleuchtung zu.

Bei Anwendung des Abbe'schen Apparates und künstlichem Licht wird man natürlich die oben angegebene (S. 60) zweite Art der Beleuchtung benutzen müssen, d. h. ein Luftbild des Lichtgebers an einem solchen Punkte vor dem Systeme entwerfen, dass das verkleinerte Bild dieses Lichtpunktes in das Object fällt.

Zur Feststellung dieses Punktes verfährt man in der Art, dass man auf dem Laufbrett des Apparates eine matte Glasscheibe einsetzt und in eine derartige Entfernung vor dem Abbe stellt, dass ein auf die Scheibe gezeichnetes Bleistiftzeichen (Punkt oder Kreuz), wenn man durch den Tubus des Mikroskopes blickt, klar und scharf in der Mitte des Gesichtsfeldes erscheint. —

Durch weitere Versuche stellt man dann, während die Glasscheibe unverrückt bleibt, auf das auf ihr befindliche Zeichen, durch Regulirung der Abstände der Lichtquelle und der Sammellinse in ihrem Verhältniss unter einander und gegen die Scheibe, ein scharfes und möglichst helles Bild der Lichtquelle ein. Es ist klar, dass jetzt nach Entfernung der matten Scheibe das in ihrer Ebene entworfene Bild der Lichtquelle in stark verkleinertem Maassstabe durch den Abbe in das Object selbst verlegt wird. Man thut gut, die Entfernungen der einzelnen Theile von einander zu messen und zu notiren, damit man sie für spätere Fälle besitzt und nicht jedesmal erst wieder zu ermitteln braucht. —

Wendet man eine Lichtquelle von nur schwacher Wärmestrahlung an, so kann man, wie bereits oben erwähnt, diese selbst an Stelle des bezeichneten Punktes der matten Scheibe setzen. —

Will man die für die Beleuchtungslinsen in jedem Falle erforderliche beste Stellung ermitteln, so kann dies sehr leicht dadurch geschehen, dass man in einem dunklen Raume experimentirt und die erste, der Lichtquelle zugekehrte Linse (Sammellinse) mit einem aus Pappe gefertigten Schirm von ca. 0,5 m Grösse umgiebt.

Man kann dadurch, dass man ein wenig Cigarrenrauch in die Lichtbündel bläst, dieselben leicht sichtbar machen und aus ihrer Gestalt und dem auf einen Schirm geworfenen Bild der Lichtquelle bald die für jeden einzelnen Fall geeignete Stellung der Linsen und des Lichtgebers zu einander ermitteln und durch Messungen der einzelnen Distancen ein für alle Mal fixiren.

3. Polarisationsapparate.

Die Anwendung von Polarisationsapparaten wird, wenn auch nicht häufig, so doch hin und wieder besonders bei mineralogischen und forensisch-mikroskopischen Untersuchungen (speciell Blut und Haare) vorkommen und soll deshalb hier kurz erwähnt werden.

Die Polarisation geschieht mittelst eines die nur in einer Ebene schwingenden Lichtstrahlen durchlassenden Nicol'schen Prismas und zwar ehe das Licht das betreffende Object passirt hat.

Man schaltet das Prisma am besten kurz vor dem Condensor, selbstredend in genau centraler Stellung, ein.

Für den Abbe'schen Apparat haben die Polarisatoren einen ringförmigen Ansatz an ihrem oberen Theile und werden in den Blendenträger (bei *b*) eingelegt; etwa nöthige Blenden und Gyps- oder Glimmerscheibchen können auf den Polarisator bequem aufgelegt werden.

Als Analysator (oberer Polarisationsapparat) wird am besten ein Nicol'sches Prisma in Anwendung gebracht, das entweder (nach Nachet's Angaben) über dem Ocular oder nach der Construction von Hartnack - Oberhäuser unmittelbar über dem Objectiv eingeschaltet wird. Für mikrophotographische Zwecke ist die letzte Art der Anordnung die empfehlenswertheste.

Bei der Polarisation ist natürlich die Anwendung sehr starker Lichtquellen deshalb erforderlich, weil das Licht beim Passiren beider Nicols eine sehr erhebliche Einbusse an Intensität durch gänzliche Beseitigung des ordentlichen Strahles erleidet.

Die Polarisationsbilder werden natürlich in vielen Fällen, wo sie sich gerade durch die herrlichen Farbenerscheinungen charakterisiren, nur unvollkommen durch die Photographie wiedergegeben werden können, sie werden aber doch in vielen Beziehungen von nicht zu entbehrendem Werthe sein und auch vielfach in vollständig genügender Weise durch die Mikrophotographie wiederzugeben sein.

Gerade in forensischer Beziehung hat die Anwendung des polarisirten Lichtes und die Wiedergabe der Beobachtungen durch die Mikrophotographie sehr grosse Bedeutung.

Dient doch, um es nur kurz zu erwähnen, gerade die Anwendung polarisirten Lichts wesentlich zur Identitätsfeststellung der Häminkrystalle, deren Werth als Beweismaterial stets sehr be-

deutend ist; kann man doch ferner bei Haaruntersuchungen oftmals bei gewöhnlichem Lichte in ihrer Farbe vollkommen gleichaussehende Haare durch Anwendung polarisirten Lichtes absolut sicher und scharf von einander unterscheiden. —

4. Blenden.

Haben wir im Vorstehenden die Anwendung und Wirkung der verschiedenartigsten Blenden zur Erzeugung centralen und schiefen Lichtes bereits eingehend besprochen, so wollen wir nun hier noch auf die Veränderung der Lichtstärke durch die Blenden je nach ihrer Grösse eingehen.

Je kleiner die Blendenöffnung gewählt wird, desto mehr verliert das auf der matten Scheibe entworfene Bild von seiner sphärischen Aberration, d. h. desto gerader wird die stets etwas gekrümmte Fläche des virtuellen Bildes; sie fällt also in einem grösseren Theile mit der Ebene der matten Scheibe zusammen und giebt deshalb auch ein weiter nach dem Rand hin scharf einstehendes Bild. Dass das Bild im Ganzen überhaupt schärfer und klarer wird, wenn die am stärksten gebrochenen Randstrahlen, welche sehr leicht störende Diffractionserscheinungen veranlassen, abgeblendet sind, braucht eben nur angedeutet zu werden.

Wenn man also, ganz analog wie bei den Objectiven für Portraits und Landschaften, durch Anwendung geeignet kleiner Blenden die Schärfe des Bildes nach den Rändern hin verstärken kann, so ist der Anwendung dieses Mittels doch sehr bald ein Ziel gesetzt.

Mit Verkleinerung der Blendenöffnung nimmt nämlich die Lichtintensität ganz erheblich ab und zwar im umgekehrten quadratischen Verhältniss zum Durchmesser der Blende.

Wir werden deshalb, wenn wir den Durchmesser einer Blende auf die Hälfte verkleinern, eine nur ein Viertel so intensive Beleuchtung, ceteris paribus, haben und deshalb die Expositionszeit auf das Vierfache verlängern müssen. —

Stereoskopische Aufnahmen.

Ausser den oben beschriebenen halben und mit verschiedensten Durchlochungen versehenen Blenden zur Erzeugung einer schiefen Beleuchtung und zur Erzeugung von sehr schief beleuchteten Bildern auf dunkelem Hintergrunde, kommt in der Mikrophotographie

noch eine halbe Blendung zur Erzeugung eines ganz anderen Effects in Anwendung.

Wir meinen die Anwendung einer halben Blende zwischen Object und Objectiv. Dass jede Hälfte des Objectives von dem Object ein etwas anderes Bild entwirft, ist klar; die Lichtstrahlen, welche vom Objecte ausgehen, fallen eben auf jede Hälfte des Objectives unter einem anderen Winkel.

Zwei solche Bilder, von denen eines mit der rechten, das andere mit der linken Hälfte des Objectives aufgenommen ist, lassen, durch ein Stereoskop betrachtet, die Objecte nicht als Flächen, sondern als Körper erscheinen.

Man wird deshalb zur Erlangung stereoskopischer Mikrophotogramme bei schwachen Vergrösserungen, die halbe Blendung mit Erfolg anwenden können.

Es wird zu dem Behufe vor das Objectiv ein Rohr geschoben, in dem eine central angebrachte, genau mit der Objectivöffnung correspondirende, kreisförmige zweite Oeffnung durch eine halbkreisförmige Blendung verschlossen wird. Diese Blendung ist im Rohre um ihren Mittelpunkt um 180° drehbar, um durch diese Drehung zwei Aufnahmen mit je nur einer Objectivhälfte nacheinander ausführen zu lassen. —

Kann man auf die genannte Weise bei schwachen Vergrösserungen einen stereoskopischen Effect erzielen, so ist dies bei stärkeren Vergrösserungen nicht möglich und man hat aus diesem Grunde denselben Effect auf anderem Wege zu erreichen gesucht und zwar dadurch, dass man die Winkelstellung des Objects zum Objective durch Bewegung des ersteren abändert. Die zu diesem Zwecke von Benecke construirte Wippe ist später von Fritsch-Berlin modificirt und verbessert worden.

Beide Wippen legen den Objectträger nicht fest auf den Objecttisch, sondern lassen eine schaukelnde Bewegung desselben um eine horizontale Axe zu.

Läuft diese Axe genau durch den Mittelpunkt des Gesichtsfeldes des Mikroskopes, so wird natürlich ein Umwippen des Trägers das Gesichtsfeld nicht ändern, sondern dasselbe Bild nur unter anderem Beobachtungswinkel zeigen. —

Eines ist bei dieser Einrichtung Hauptbedingung, dass nämlich die Axe, um welche das Wippen des Objectes stattfindet, nicht nur wie erwähnt, durch den Mittelpunkt läuft, sondern dass sie auch

genau mit der Ebene des scharf eingestellten Objectes zusammenfällt. Gustav Fritsch erreicht dies durch folgende, sehr sinnreiche und dabei doch einfache Construction[1]):

Das auf den Objecttisch aufschraubbare Untergestell der Wippe ist durch eine Horizontalschraube mit dem darauf liegenden Apparat verbunden und gestattet, durch Drehung dieser Schraube, Bewegung des eigentlichen Apparates in der Ebene des Objecttisches. Die Wippe selbst trägt einen als Unterlage für das Objectglas dienenden Rahmen, der durch eine Verticalschraube das Höher- und Tieferstellen des Objectes ermöglicht und so stets die Ebene desselben mit derjenigen der Drehungsaxe der Wippe vereinigen lässt. Die Grösse des Ausschlags der Wippe wird durch eine an dem Ende derselben befindliche Stellschraube regulirt und durch einen seitlich angebrachten Index abgelesen.

Die Einstellung des Apparates geschieht auf einfachste Weise dadurch, dass man auf denselben ein Objectglas von gleicher Dicke, wie das später zu verwendende, legt und auf demselben eingeritzte, mit der Drehungsaxe der Wippe parallel laufende Linien derartig für die Beobachtung einstellt, dass die das Gesichtsfeld halbirende Linie beim Umlegen der Wippe scharf eingestellt bleibt. Ist dies der Fall, so fällt die Ebene des Objectes mit der der Drehungsaxe zusammen und die Drehungsaxe läuft gleichzeitig durch den Mittelpunkt des Gesichtsfeldes. — Zwei nacheinanderfolgende Aufnahmen in je einer Lage der Wippe geben natürlich zwei sich stereoskopisch ergänzende Bilder. —

5. Auffallendes Licht.

Es bleibt nach dieser kurzen Abschweifung nur noch übrig, der Beleuchtung mit auffallendem Licht Erwähnung zu thun.

Dieselbe wird im Allgemeinen nur bei schwächeren Vergrösserungen statthaben und geschieht am besten dadurch, dass man das durch eine Sammellinse in gehöriger Weise (siehe oben) concentrirte

---

[1]) Details sind in der Abhandlung Prof. Dr. Gustav Fritsch's: Ueber das stereoskopische Sehen im Mikroskope und die Herstellung stereoskopischer Mikrotypien auf photographischem Wege, Abdruck a. d. Festschrift zur Feier des 100jährigen Bestehens der Gesellschaft der naturforschenden Freunde zu Berlin. 1877. Ferd. Dümmler's Verlag.

Licht entweder direct, oder durch einen Planspiegel reflectirt, auf das Object zu wirft.

An Stelle der Linse kann man auch das von einem Planspiegel reflectirte Licht durch einen Lieberkühn'schen Spiegel auf das Object werfen. Der letztere besteht in einem Metallhohlspiegel von kurzer Brennweite; er wird auf der zu beleuchtenden Seite des Objectes aufgestellt und hat in seiner Mitte ein Loch, um bei centraler Beleuchtung das Objectiv des Mikroskopes, das er sonst verdecken würde, durchzulassen. Sehr schöne weiche Bilder erhält man übrigens, wenn man nach dem Vorschlage Benecke's bei dem in erster Art beleuchteten Object noch von unten her mittelst des Mikroskopspiegels mehr oder minder stark diffuses Licht zutreten lässt; man hat es auf diese Weise in der Hand den Hintergrund von schwarz bis fast weiss zu modificiren und so recht weiche Bilder zu erzeugen. —

III. Die zur Mikrophotographie geeigneten Mikroskope.

Nur in den seltensten Fällen wird es dem Mikroskopiker vergönnt sein, zur Anfertigung seiner Mikrophotogramme sich eines besonderen mikrophotographischen Apparates bedienen zu können, während er seine Untersuchungen mit einem besonderen Mikroskope ausführt.

Eine solche doppelte Einrichtung würde immerhin erheblich theuer zu stehen kommen und deshalb in vielen Fällen der weiteren Ausbreitung und Verwerthung der Mikrophotographie hindernd und hemmend in den Weg treten.

Vor der Anschaffung neuer und nicht billiger Apparate wird sich eben mancher Praktiker scheuen; obwohl ihm sicherlich oft viel darauf ankommt, seine Beobachtungen als Mikrophotogramme, und somit als unangreifbares Beweismaterial, fixirt zu haben, wird er sich dennoch von der Höhe der Anschaffungskosten eines vollständig ausgerüsteten mikrophotographischen Apparates abschrecken lassen.

Diese Kosten werden aber um ein Bedeutendes reducirt, wenn man dem Apparat eine derartige Form giebt, dass er die Benutzung des Beobachtungsmikroskopes zulässt.

Man ist deshalb bemüht gewesen, die Apparate für Mikropho-

tographie derartig zu gestalten, dass der Mikroskopiker, nachdem er mit Hülfe seines Instrumentes die nöthigen Beobachtungen vollendet hat, mit demselben Instrumente auch seine Aufnahmen machen kann.

Solche Apparate sind oft von recht handlicher und bequemer Construction, genügen dabei aber selbst den höchsten Ansprüchen vollkommen.

Die Güte der erzeugten Bilder geht bei ihnen selbstverständlich mit der Güte des benutzten Mikrokops Hand in Hand.

Je besser und praktischer die Construction des vorhandenen Mikroskopes für die gleichzeitige Benutzung zur Aufnahme der Bilder mittelst der Photographie ist, eine desto bequemere Handhabung des ganzen Apparates gestattet es.

Nur das Eine ist zu bedenken, dass das Licht mit unnachsichtlicher Schärfe und Genauigkeit zeichnet, und neben dem Vortheil, der hieraus erwächst, den Nachtheil in sich schliesst, auch alle Fehler und Mängel rücksichtslos wiederzugeben.

Aus allen diesen Gründen kommt die Güte und geeignete Construction der Mikroskope in Betracht, und scheint es deshalb hier am Platze die allgemein üblichen Mikroskopconstructionen kurz, mit besonderer Rücksicht auf ihre gleichzeitige Anwendbarkeit für photographische Aufnahmen zu betrachten und dann später auf die mit Hülfe der gewöhnlichen Mikroskope, sowie auf die durch besondere Anordnungen selbständig zusammengesetzten, eigentlichen mikrophotographischen Apparate einzugehen.

Die Construction der Mikroskope ist in ihrer technischen Ausführung in Bezug auf Handlichkeit und Eleganz der Ausstattung mit den Erfolgen der Neuzeit auf dem Gebiete der Mikroskopie so erheblich fortgeschritten, dass es eine vergebliche Mühe wäre, alle Neuerungen auch nur andeutungsweise zu berühren; es muss deshalb für diesen Ort genügen, die Hauptrepräsentanten der verschiedensten Constructionen anzuführen, im Uebrigen aber auf die über diesen Gegenstand handelnden Specialwerke, die in vorzüglichster Auswahl vorhanden sind, zu verweisen.

Für die Anwendung zur Mikrophotographie eignet sich jedes grössere Mikroskop, sofern es einen festen Bau und solche Systeme hat, welche überhaupt scharfe und gute Bilder dem Beobachter liefern.

Der feste Unterbau ist deshalb eine stark in Rücksicht zu

ziehende Nothwendigkeit, weil ein jeder mikroskopisch-photographische Apparat fest und unverrückbar stehen muss; selbst die geringste Erschütterung wirkt auf das auf die lichtempfindliche Platte geworfene Bild potenzirt und lässt dasselbe in zitternde Bewegung gerathen.

Durch solche Bewegungen werden aber die Schärfen der Bilder stark beeinträchtigt und Linsensysteme, die an und für sich recht gute Bilder zu liefern im Stande sind, können unter diesen Umständen nur verschwommene Zeichnungen geben.

Auf einen soliden und schweren Fuss des Mikroskopes ist deshalb ganz besonders zu achten. — Als nicht minder wichtig ist, aus demselben Grunde, der Umstand in Betracht zu ziehen, dass alle beweglichen Theile des Mikroskopes fest und gut in einander und zu einander passen, um jede vom Experimentator nicht beabsichtigte, freiwillige Bewegung irgend welchen Theiles des ganzen Apparates unmöglich zu machen.

Dieser Umstand fällt besonders schwer da ins Gewicht, wo man verhältnissmässig längere Expositionen anzuwenden genöthigt ist, oder wo man mit frischen, unverkitteten flüssigen Objecten zu operiren hat.

Wer mit solchen Objecten zu arbeiten genöthigt ist, dem wird es nur gar zu häufig vorkommen, dass ein gut eingestelltes und in seiner Lage schon längere Zeit constant verbliebenes Object dennoch durch eine plötzlich eintretende Erschütterung des Bodens, zu welcher schon das Vorüberfahren eines Lastwagens, das Werfen einer Thür im selben Hause, genügende Veranlassung bietet, sich noch nachträglich verschiebt und somit eine Aufnahme verdirbt, oder in anderer Stellung erscheint, als es beabsichtigt war. —.

Nächst der festen Stellung des Mikroskopes kommt natürlich die definirende Kraft der Linsensysteme und ihre Güte überhaupt in Betracht. Mit Objectiven, die geringes Definitionsvermögen zeigen und die bei dem gewöhnlichen Gebrauch nur unscharfe, verschwommene Bilder geben, ist selbstredend beim Fixiren mit der sensibilisirten Platte kein scharfes und genügendes Bild zu erwarten. — Deshalb kommt es hier auch ganz besonders auf gutes Halten der Linsen und Behüten derselben vor den kleinsten Beschädigungen und Verunreinigungen an. — —

Während der geübte Mikroskopiker durch die Gewohnheit des Beobachtens bald dahin kommt, nur dasjenige im Gesichtsfelde zu

sehen, was ihn gerade interessirt, das aber, was unwesentlich und fehlerhaft ist, zu übersehen, giebt die Photographie alles Vorhandene ausnahmslos, gleichviel, ob es gut oder fehlerhaft ist, wieder. Es wird auf dem Bilde jeder Fehler der Linse, jedes auf derselben liegende Stäubchen erbarmungslos fixirt und stört oft den Gesammteffect des Bildes erheblich.

Ebenso wie diese kleinen Fehler und Unregelmässigkeiten sich auf den Mikrophotogrammen oft in recht unliebsamer Weise breit und bemerklich machen, wird auf denselben ein anderer Uebelstand sichtbar, der sich dem Beobachter für gewöhnlich entzieht, weil er sich an denselben gewöhnt (accomodirt) und ihn deshalb schliesslich nicht mehr fühlt.

Es ist dies der Uebelstand, dass das von dem Linsensystem entworfene Bild nicht in einer Ebene liegt, sondern eine mehr oder minder starke Wölbung zeigt. Dadurch ist es nur möglich, stets einen Theil des Gesichtsfeldes scharf einzustellen; ist die Mitte scharf, so wird das Bild nach den Rändern hin unscharf werden und umgekehrt.

Beim Mikroskopiren nun tritt dieser Uebelstand deshalb sehr erheblich zurück, weil einmal das menschliche Auge das Vermögen besitzt, sich für verschiedene Entfernungen zu accomodiren und weil zweitens der Beobachter, fast unbewusst, beim Mikroskopiren diesem Accomodationsvermögen durch Hin- und Herdrehen der das Objectiv auf- und abwärts bewegenden Mikrometerschraube nachhilft.

Die lichtempfindliche Platte zeichnet aber alles ohne jede Subjectivität und wird also auch die durch die Bildwölbung bedingten Unschärfen wiedergeben.

Aus diesem Grunde hat man für mikrophotographische Aufnahmen von Bildwölbung möglichst freie Objective auszuwählen. —

1. Correctionsobjective.

Bei Objectiven für kleinere Vergrösserungen wird man kaum eine Differenz in der Schärfe der Einstellung zwischen Mittelpunkt und Randpartien bemerken können, dieselbe tritt erst bei stärkeren und sehr starken Objectiven ein. Sie wird noch durch die Dicke der zum Bedecken der Präparate angewandten Deckgläser in wesentlicher Weise verstärkt.

Die ein planparalleles Glas in schräger Richtung passirenden Lichtstrahlen werden nämlich durch die zweimalige, beim Eintritt und beim Austritt erfolgende Brechung von ihrem ursprünglichen Wege abgelenkt und zwar verschieden, je nach der Dicke des betreffenden Glases. Hat man nun ein Objectiv, welches bei einer ganz bestimmten Deckglasstärke durch die Stellung der Linsen des Systemes zu einander ein bis zum Rande hin scharfes Bild erzeugt, so kann der Fall eintreten, dass bei Benutzung eines dickeren oder dünneren Deckglases, das Bild vollkommen unscharf in seinen verschiedenen Theilen erscheint.

Die Stellung der Linsen des Systemes zu einander, welche im besten Falle der durch das Deckglas bedingten Ablenkung der Strahlen entsprach, giebt eben bei veränderter Stärke des Deckglases und damit Hand in Hand gehender Veränderung des Weges der Lichtstrahlen kein in allen Punkten scharfes Bild mehr. —

In gleicher Weise wie durch die Dicke des Deckglases, wird die Schärfe des Bildes in allen seinen Theilen noch durch die Entfernung, in welcher das Bild entworfen werden soll, bedingt. Dieselbe ist abhängig von der Tubuslänge des Mikroskopes bezw. von der Entfernung der matten Glasscheibe vom Objective bei mikrophotographischen Apparaten.

Auch in diesem Sinne muss deshalb durch Veränderung des Abstandes der einzelnen Linsen des Systems unter einander Abhülfe geschaffen werden. —

Man hat nun, um dies zu ermöglichen, Objective construirt, die eine Veränderung des Abstandes der Linsen unter einander gestatten. — Man nennt solche, mit in ihrer Stellung zu einander beweglichen, Linsen versehenen Linsensysteme „Correctionsobjective“.

Während man früher die äussere, dem Objecte zugekehrte Linsencombination beweglich machte und die innere Linsencombination fest stand, ist man jetzt auf eine umgekehrte Anordnung übergegangen.

Die Correctionsobjective neuerer Construction haben eine feststehende Frontlinse und ein auf und nieder bewegliches System der oberen, inneren Linsen.

Hierdurch wird ein doppelter Vortheil erzielt: einmal wird die allgemeine Einstellung des Bildes durch den Gebrauch der Correction nicht verändert[1]) und zweitens braucht man nicht zu fürchten,

[1]) Bei Gebrauch der mit Correctionsfassung versehenen Objective, in

dass das Präparat durch Herabsenken der Frontlinse zerdrückt oder gar die Linse selbst beschädigt werde.

Die Construction einer solchen Correctionsfassung ist kurz folgende: Der das Objectiv mit dem Tubus verbindende Theil (*A*) trägt in fester, unveränderlicher Verbindung an seinem unteren Ende den aufgeschraubten, die Frontlinsen enthaltenden Ansatz (*B*). Ueber diesem Ansatz (*B*) befindet sich ein, den ersten Theil (*A*) ringförmig umfassender, auf demselben drehbarer Mantel (*E*), der in seiner Drehungsebene durch einen schlittenförmigen Ansatz fixirt wird. Dieser Mantel trägt in seinem unteren, inneren Theile ein Schraubengewinde, in welches ein gleiches Gewinde (*D*) des das innere bewegliche Linsensystem tragenden Cylinders (*C*) eingreift. Dieser Cylinder wird durch eine geeignete Führung gegen drehende Bewegung gesichert und durch eine Feder (*F*) herabgedrückt.

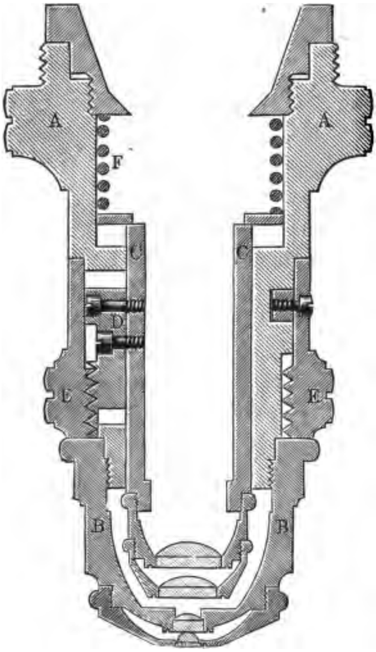


Fig. 24.

Wird jetzt der ringförmige Mantel (*E*) gedreht, so wird während der ganze übrige Apparat unverändert stehen bleibt, nur der innere Cylinder (*C*) durch die Schraube (*D*) auf- oder abwärts bewegt werden und es wird somit die relative Lage der das System bildenden Linsen verändert.

Man kann also bei dickeren Deckgläsern die Linsencombinationen des Systemes mehr einander nähern, bei dünneren Deckgläsern von einander entfernen und so möglichst scharfe Bilder erzeugen.

denen die untere Linsencombination beweglich ist, konnte dieselbe leicht auf das Präparat drücken und dabei dieses, sowie sich selbst beschädigen. Ausserdem musste der jedesmaligen Veränderung der Entfernungen der Linse vom Object, durch Nachdrehen der Mikrometerschraube entsprechend Rechnung getragen werden.

Damit man nun aber bei Deckgläsern von bestimmter, sich gleichbleibender Stärke nicht immer wieder von neuem die entsprechende Correction zu suchen braucht, sowie dieselbe stets für eine bestimmte Tubuslänge oder Distanz der matten Scheibe ein für allemal feststellen kann, trägt der drehbare Correctionsring (*E*) eine mit Ziffern versehene Theilung, der ein am festen Theile (*A*) befindlicher Index entspricht und somit genaue Fixirung der jeweiligen Correction durch Ablesen gestattet. —

Für die regelmässigen Bedürfnisse der Mikroskopie ist man in letzter Zeit wieder, besonders bei der Benutzung von homogenen Immersionsobjectiven, auf die feste Fassung zurückgegangen und stellt dieselben auf die constante mittlere Correction ein.

Man will dadurch die Möglichkeit vermeiden, dass beim Aufsuchen der besten Correction für das gerade vorliegende Object, der Correctionsfehler selbst grösser werde, als er bei einer sorgfältig durchgeführten mittleren, festen Correction durch das Variiren der Deckglasdicke oder einer kleinen Abweichung von der normalen Tubuslänge überhaupt werden kann.

Dass durch solche Correctionsfehler allerdings der Werth der Correctionssysteme bei Apparaten mit nur ganz wenig variirender Tubuslänge ein illusorischer werden kann und man vielfach Besseres durch Benutzung fester, für mittlere constante Correction berechneter Fassungen, erreicht, ist klar. — Bei Objectiven jedoch, die für mikrophotographische Apparate mit variablem Bildabstand dienen sollen, ist eine Correctionsfassung mit beweglichen Systemen stets sehr erwünscht. —

2. Die Immersionssysteme.

Bei den stärkeren Objectiven wird, um einen Verlust an Licht beim Durchgang der Strahlen durch sehr verschieden brechende Medien zu vermeiden, oder denselben wenigstens zu vermindern, stets eine den Raum zwischen Deckglas und Objectiv ausfüllende Flüssigkeit (Immersionsflüssigkeit) angewandt.

Je näher der Brechungsindex dieser Flüssigkeit demjenigen des Glases rückt, desto weniger Licht wird verloren gehen und eine desto feinere, definirtere Zeichnung aller Details des Präparates wird das Objectiv zu liefern im Stande sein.

Man hat deshalb gerade in neuester Zeit, das früher zur Im-

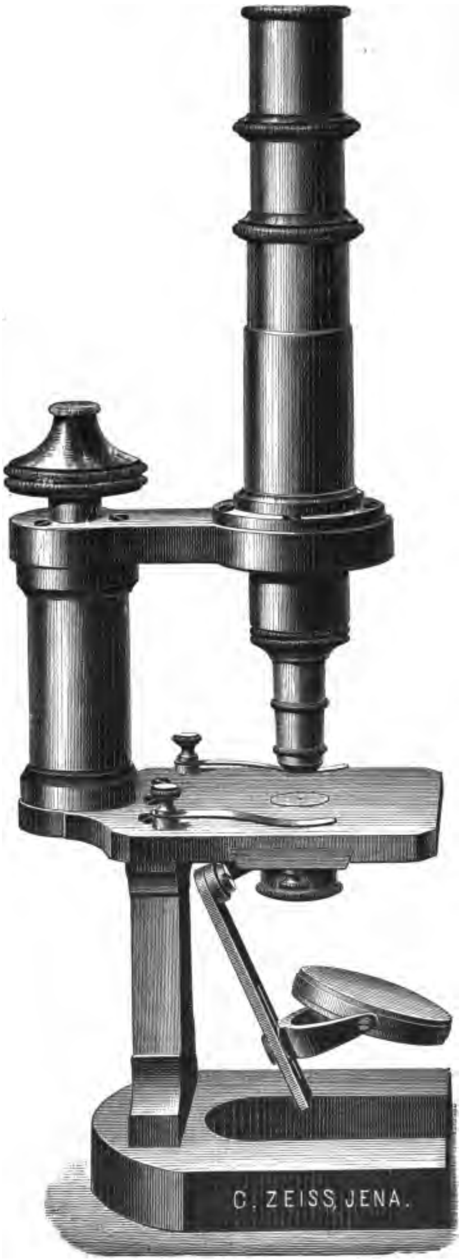


Fig. 25.





Fig. 26.

mersion allgemein angewendete Wasser verlassen und an seine Stelle stärker lichtbrechende Oele gesetzt.

Auf diese Weise sind die Objective für homogene Immersion entstanden, zu deren Construction zuerst J. W. Stephenson in London die Anregung gab, und die jetzt in ganz vorzüglicher Qualität gefertigt werden. Das zur Immersion benutzte Cedernholzöl (von Juniperus virginiana) zeigt z. B. in dem von Carl Zeiss in Jena gelieferten, eingedickten Zustande einen fast gleichen Brechungsindex wie die Deckgläser und liefert deshalb besonders klare und lichtstarke Bilder. —

Dasselbe wird nach dem Gebrauch von den Objectiven mittels Chloroform oder Xylol entfernt, während man bei Wasserimmersionen das destillirte Wasser antrocknen lässt.

3. Stative und der mechanische Theil.

Die Mikroskope selbst zerfallen in ihrer Bedeutung für die Benutzung zur Mikrophotographie in zwei Hauptgruppen, nämlich diejenigen Mikroskope mit festem, einfachen Untergestell und diejenigen mit complicirtem und umlegbarem Untergestell.

Beide Constructionsarten sind für die Zwecke der photographischen Aufnahmen benutzbar und sollen deshalb in ihren Grundzügen besprochen werden.

Als Prototyp für die einfacher construirten Mikroskope mit feststehendem Obertheil mag das in nebenstehender Abbildung wiedergegebene dienen.

Dasselbe besteht aus dem ineinander schiebbaren Tubus, der selbst mit starker Reibung in den Träger zur groben Einstellung verschiebbar ist. Die feinere Einstellung geschieht mittelst einer feinen Mikrometerschraube, die auf der säulenförmigen Führung den Tubusträger mit Tubus auf- und abbewegt, während der Objecttisch fest und unbeweglich stehen bleibt.

Alle die Mikroskope älterer und einfacherer Construction, welche das Einstellen des Objects durch Bewegung des Tisches herbeiführen, sind für unsere Zwecke nicht gut verwendbar; sie verändern eben bei der Einstellung die Lage des Objecttisches und damit des Objectes zu den Beleuchtungsapparaten und führen so leicht Unzuträglichkeiten herbei, die schon bei einigermaassen stärkeren Vergrösserungen sehr störend sind.

Der Beleuchtungsapparat ist bei kleineren Instrumenten, wie dies auch in vorstehendem der Fall ist, durch einen Schlitten in den unteren Theil des Objecttisches einschiebbar und lässt nach Herunterziehen der Blenden und Herausziehen des Schlittens die Blenden leicht wechseln. In den cylinderförmigen Einsatz des Schlittens lassen sich selbstverständlich auch die Condensoren kleinerer Art, die oben (S. 64) näher und eingehend beschrieben sind, einführen und kommen dann die Blenden auf den unteren Theil des Condensors zu liegen. Der Spiegel ist nach allen Seiten beweglich und kann, wenn nöthig, seitlich aus der optischen Axe des Instruments ausgerückt werden.

Bei vielen Instrumenten dieser Art ist die Unbeweglichkeit des Obertheiles insofern nicht festgehalten, als eine Drehung um die optische Axe des Instrumentes möglich ist. Für das Arbeiten mit Polarisationsapparaten und bei mineralogischen Arbeiten ist eine derartige Einrichtung von grösstem Vortheil.

Ebenso gestattet sie bei schiefer Beleuchtung, ohne an letzterer selbst irgend welche Aenderung vorzunehmen, doch das Object, je nach der Drehung des Obertheiles, von jeder beliebigen Seite her schief zu beleuchten, ein für photographische Aufnahmen nicht unwesentlicher Vortheil. —

Noch bei Weitem grössere Vortheile für die Mikrophotographie bietet die Construction der Mikroskope auf umlegbarem Obertheil.

Wie wir später näher sehen werden, gestattet sie eine leichte und bequeme Benutzung des Mikroskops zu horizontalen, sowie zu verticalen Apparaten. Ein wesentlicher Vorzug besteht ferner darin, dass bei dem Umlegen des Tisches und Tubus auch die Beleuchtungsapparate genau der Bewegung folgen und somit stets genau centrirt bleiben. Der Raum vor dem Beleuchtungsapparat wird bei Schräg- bezw. Horizontalstellung des Mikroskopes vergrössert und gestattet directe Anfügung weiterer Hülfsapparate und Systeme.

Die Construction eines solchen umlegbaren Mikroskopes, das alle für die Einfügung des Abbe'schen Beleuchtungsapparates, sowie für kleinere Beleuchtungs-Hülfsapparate nöthigen Vorkehrungen in sich schliesst, und einen vollständig um die optische Axe drehbaren Obertheil (Tisch und Tubus) besitzt, ist die nebenstehende[1]). —

Die grobe Einstellung des Objectives geschieht durch Drehung

---

[1]) Von Carl Zeiss-Jena.

des in die Zahnstange eingreifenden Triebes; die feinere, endgiltige Einstellung geschieht mittelst der Mikrometerschraube, deren äusserster Rand eine radiale Theilung zeigt, so dass mittelst des am Stativ befestigten, pfeilförmigen Index eine genaue Ablesung über den Grad der Drehung des Mikrometers möglich ist. —

Tisch und Tubus zugleich sind um die optische Axe (die Mittelaxe des Tubus) drehbar. Der Auszug des Tubus ist in Millimeter getheilt, um die Länge desselben durch Ablesen stets constatiren zu können.

Unter dem Tische befindet sich, auf einer Coulisse verschiebbar, und sich den Bewegungen des Obertheiles anschliessend, der Abbe'sche Beleuchtungsapparat, von dessen genauerer Beschreibung wir hier absehen können, da sie bereits oben (S. 66) erfolgt ist.

An Stelle des Abbe kann für gewöhnliche Zwecke ein einfacher Beleuchtungsspiegel gesetzt werden und es wird dann der bei Einschaltung des Abbe seitlich zurückgeschlagene sogenannte „Substage“ - Apparat unter das Objectiv geklappt.

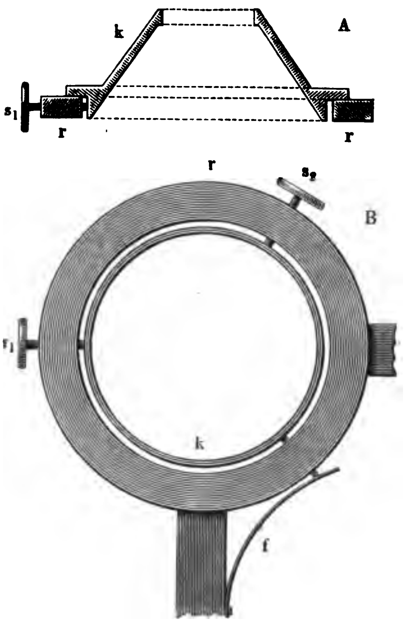


Fig. 27.

Derselbe besteht in einem an drehbarem Arm befindlichen Conus, der durch Trieb und Zahnstange auf- und abwärts bewegt werden kann und Diaphragmen oder andere Einsatzstücke aufnehmen soll. Seine genaue Centrirung geschieht dadurch, dass er in einem Aussenringe durch drei radiale Stifte festgehalten wird, die unter einander mit ihren Längsaxen in einem Winkel von je 120° geneigt sind. Zwei der Stifte sind mit Schraubengewinden versehen und gestatten so eine geringe Verschiebung des inneren die Substage tragenden Ringes nach allen Seiten, durch Anziehen oder Nachlassen der Schrauben, während der dritte Stift durch eine Feder nach innen gedrückt wird. —

Dieser ganze bewegliche Obertheil des Mikroskopes ruht auf einem äusserst solide und fest gebauten schweren Untergestell mit hufeisenförmigem Fusse und ist um eine horizontale an demselben angebrachte Axe drehbar, d. h. bis zur Horizontalstellung umzulegen. —

Zum Schlusse sei hier noch eines sehr wesentlichen mechanischen Theiles der Mikroskope gedacht, der sich in letzter Zeit wegen seiner grossen Vorzüge wohl überall Eingang verschafft hat und für die Mikrophotographie ebenfalls werthvoll ist.

Wir meinen die Revolvereinrichtung zum schnellen und leichten Auswechseln der Objective. Dieselbe besteht in einer excentrisch vor den Tubus angeschraubten, um ihr Centrum mit Reibung drehbaren, kreisrunden Scheibe.



Fig. 28.

Diese Scheibe trägt an ihrer unteren Seite cylindrische Ansätze zum Anschrauben der Objective in derartiger Entfernung vom Drehpunkt, dass dieselben, unter den Tubus gedreht, genau in die optische Axe des Mikroskopes zu stehen kommen. In dieser Stellung werden sie jedesmal durch eine einspringende Arretirungsfeder festgehalten. Die nicht unter dem Tubus (ausser Gebrauch) befindlichen Objective sind durch eine die erste Scheibe überdeckende zweite Scheibe vor dem Verstauben geschützt.

Die Länge der cylindrischen Ansätze ist derartig gewählt, dass die betreffenden Objective annähernd an die für Hervorbringung scharfer Bilder nöthige Stellung kommen und es nur einer geringen Nachhülfe mittelst der Mikrometerschraube bedarf, um genau einzustellen.

Durch diesen leichten Wechsel der Objective ist es möglich, die gerade gewünschten Theile eines grösseren Objectes erst mit schwächerer Vergrösserung aufzusuchen und dann, nach Einschaltung

des betreffenden stärkeren Objectives, für dieses endgiltig und genau einzustellen. Man wird auf diese Weise viel Zeit, die man oft für Aufsuchung der zur Beobachtung bestimmten Theile verschwenden muss, sparen.

Für den Fall, dass man nicht im Besitze eines Revolverapparates ist, kann man sich in bequemer und recht genügender Weise dadurch helfen, dass man den zur Aufnahme bestimmten Theil des Objectes mit einem kleinen, auf dem Deckglase mit Tinte gezogenen Kreise umgiebt; man hat dann nur den sehr kleinen, durch die Umziehungslinie begrenzten Raum zu durchmustern. — —

Dritter Abschnitt.

I. Die mikrophotographischen Apparate.

Die zum Aufnehmen der mikroskopischen Bilder vermittelst der Photographie benutzten Apparate bestehen, ihrer Bestimmung entsprechend, im Wesentlichen aus zwei Theilen, dem mikroskopischen und dem photographischen Apparat, an die sich noch für stärkere Vergrösserung die Anfügung eines geeigneten Beleuchtungsapparats als dritter wesentlicher Theil anschliesst. —

Die mikrophotographischen Apparate zerfallen im Wesentlichen in solche mit verticaler, solche mit horizontaler constanter Lage und drittens diejenigen, welche sich, je nach Bedarf, in horizontale und verticale, sowie jede schiefe Stellung bringen lassen.

Zu den ersten gehören die kleinen Apparate für Anfertigung kleiner, später zu vergrössernder Bilder, während zu der zweiten Art diejenigen Apparate gehören, welche mit sehr grossem Abstande der Bildfläche vom Objecte arbeiten, und deshalb mit Umgehung der Camera ein dunkles Zimmer statt derselben benutzen. —

Hauptsache für alle Apparate ist stets eine solide und unbeweglich feststehende Construction.

Die horizontalen Apparate haben den Vorzug, dass sie bei Anwendung künstlicher Lichtquellen die Benutzung von Spiegeln und Reflectoren vermeiden, die, wie wir oben eingehend besprochen haben, stets, selbst bei bester Construction und Qualität, eine recht erhebliche Einbusse an Licht mit sich bringen. Zudem kommt noch der Vortheil der leichteren und handlicheren Bedienung eines in horizontaler Lage aufgestellten Beleuchtungsapparates und die Möglichkeit der Anwendung derjenigen künstlichen Lichtquellen ohne Spiegeleinschaltung, die nur in verticaler Stellung brennen, wie z. B. Gas- und Gasglühlicht, Petroleum- und Oellicht, die meisten elektrischen Bogenlampen etc. —

Die verticalen Apparate haben den Vorzug dass sie, da ihr Objecttisch horizontal steht, für Aufnahmen von leicht beweglichen, flüssigen, unverkitteten Objecten, deren Aufnahme bei den horizontalen Apparaten nicht möglich ist, dienen können, während sie ferner ebenfalls die Anwendung von Spiegeln bei Benutzung geeigneter Lichtquellen umgehen lassen.

Für Anwendung in letzterem Sinne eignet sich besonders das Kalklicht und das elektrische Glühlicht. Dass der Vorzug der Anwendbarkeit für flüssige Objecte nicht zu unterschätzen ist, leuchtet ein, wenn man bedenkt, dass gerade den bei dem Mikroskopiren gemachten, wegen ihrer Wichtigkeit zu fixirenden Beobachtungen fast immer Augenblickspräparate zu Grunde liegen und es oft zu langwierig und in vielen Fällen sogar unmöglich ist, erst Dauerpräparate herzustellen. Hierzu kommt noch der Umstand, dass viele und wichtige Präparate die betreffende, durch die Photographie festzustellende Form nur kurze Zeit behalten und, gerade wegen ihrer schnellen Veränderlichkeit, sei dieselbe nun durch Wachsthum oder Zersetzung bedingt, sofort und ohne weitere Präparation photographirt werden müssen. —

In der nun folgenden Beschreibung der gebräuchlichsten mikrophotographischen Apparate können selbstverständlich nur einzelne Repräsentanten der Hauptgruppen, soweit sie wesentliche constructive Eigenthümlichkeiten zeigen, oder historische Bedeutung haben, angeführt werden. Alle die besonders in neuester Zeit construirten Apparate hier wiederzugeben, würde für den zu Gebote stehenden Raum und den Umfang dieses Werkchens viel zu weitgehend sein, wäre auch wohl wegen der Vielseitigkeit und Fülle des Materials in erschöpfender Weise kaum möglich.

Als einfachste Einrichtung kann die von H. Vogel vorgeschlagene Verbindung einer gewöhnlichen photographischen Camera mit Landschaftsobjectiv und eines Mikroskopes gelten. Das von dem Mikroskop entworfene Bild wird durch das Objectiv der Camera auf der matten Scheibe wiedergegeben. Ocular des Mikroskops, beziehentlich der Tubus und das Objectiv der Camera werden durch einen lichtdicht schliessenden, ärmelförmigen Tuchansatz von entsprechender Länge verbunden. Der feste lichtdichte Schluss des Aermels an die beiden Tuben wird durch einen spannenden Gummiring oder eine fest angezogene Schnur besorgt. An Stelle des Aermels kann natürlich auch eine kleine pyramidenförmige Balgcamera

treten, wie sie weiter unten beschrieben ist und bei vielen der grösseren mikrophotographischen Apparate sich findet. —

Wie oben bei der Beleuchtung erwähnt, entwirft jede Linse, beziehungsweise jedes Linsensystem, von einem in doppelter Brennweite vor demselben befindlichen Gegenstand, ein in gleicher Entfernung hinter der Linse liegendes Bild des Gegenstandes in seiner natürlichen Grösse.

Rückt die Linse dem Objecte näher, so wird das von ihr entworfene Bild zurückrücken, aber entsprechend vergrössert werden; die entsprechend weiter von der Linse abgerückte matte Scheibe wird demnach ein scharfes vergrössertes Bild zeigen. Nach welchen Verhältnissen die Vergrösserung mit den Abständen des Objectes und der Bildfläche von der Linse sich ändert, ergiebt die auf S. 57 ausführlich gegebene Berechnung. Man wird durch Regulirung des Abstandes des Cameraobjectives zum Mikroskopoculàre je nach Wunsch ein grösseres oder ebenso grosses Bild wie das Mikroskop an und für sich liefert, erzeugen können. Die Grenzen sind durch Länge des Kammerauszuges gesteckt. Einen Vortheil bietet diese Anordnung noch dadurch, dass die unten näher zu erörternde Focusdifferenz, wenn eine solche bei dem Cameraobjectiv nicht vorhanden ist, überhaupt wegfällt, da das Bild durch das Cameraobjectiv gezeichnet wird. —

Ferner wird man auf die angegebene Weise sehr starke directe Vergrösserungen erzielen können, was unter Umständen von Werth sein kann.

Ein Nachtheil der Anordnung liegt in der Einschaltung sehr vieler Linsen in den Weg der Lichtstrahlen und die dadurch bedingte erhebliche Schwächung des Lichtes, sowie in der immerhin schwierigen Feststellung und Centrirung des Apparates.

Zudem wird nicht jeder Mikroskopiker in Besitz eines gut arbeitenden Landschaftsobjectivs sein, und nur ein solches ist zu verwenden, wenn nicht die vom Mikroskop in bester Weise gezeichneten Bilder durch Ersteres verschlechtert werden sollen.

Man hat deshalb die Apparate derartig eingerichtet, dass man mit den den Mikroskopen sowieso zugehörigen Ocularen und Objectiven, auch **ohne** Anschaffung neuer kostspieliger Systeme, gute Bilder erzeugen kann.

1. Die kleineren Apparate.

Die zunächst liegende und einfachste Einrichtung zu Erreichung dieses Zweckes war die, an Stelle des Oculares, das uns das vom Objectiv entworfene virtuelle Bild in mehr oder weniger stark vergrössertem Maassstabe zeigt, direct die lichtempfindliche Platte zu setzen. Dieses Princip führen die Apparate für kleinere Bilder durch, denen sich auch die ältesten Apparate, welche für Mikrophotographie benutzt wurden, in dem Wesen ihrer Anordnung vergleichen lassen.

Alle diese Apparate haben keine ausziehbare Kammer und erzeugen wegen der verhältnissmässig kurzen Distanz der Bildfläche von den Objectiven nur kleinere Bilder. Sie tragen die Cassette mit der lichtempfindlichen Platte oder die kleine Camera grösstentheils selbst durch den Tubus des Mikroskopes.

Als Beispiel für derartige Apparate mag hier der von Benecke angegebene, in Fig. 21 abgebildete Apparat dienen. —

Auf den Tubus des Mikroskopes wird, an Stelle des Oculares, ein genau gleicher, gut schliessender Tubus aufgesetzt, der an seiner oberen Seite eine die lichtempfindliche Platte enthaltende Cassette (*A*) trägt. Der Beleuchtungsapparat ist nach der auf S. 60 und folgenden beschriebenen Weise angeordnet. Zur absoluten Feststellung des die Camera tragenden Tubus wird derselbe durch eine ringförmige Zwinge fest angezogen und so gegen jedes Gleiten geschützt. — Die Einstellung geschieht in diesem Falle nicht, wie wir dies später sehen werden, vermittelst der matten Glasscheibe, sondern durch das dem Mikroskop zugehörige Ocular selbst.

Um nun die Stellung des Oculares in seinem Verhältniss zur in der Cassette befindlichen lichtempfindlichen Platte derart zu regeln, dass, wenn man mit Hülfe des Oculars ein Bild scharf eingestellt hat, dasselbe auch auf der lichtempfindlichen Platte in gleicher Schärfe erscheine, verfährt man wie folgt:

Nach Entfernung des Oculares setzt man an seine Stelle die Cassette und schiebt sie in den Tubus, so tief wie möglich ein, das heisst, bringt sie in diejenige Stellung, welche sie bei erfolgender Aufnahme eines Objectes stets haben muss.

An Stelle der lichtempfindlichen Platte hat man eine gleich grosse Glasscheibe gelegt, die an ihrer, dem Mikroskop zugekehrten unteren Seite ein mittelst eines Diamanten eingerissenes feines Kreuz trägt.

Auf die obere Seite dieser Glasscheibe setzt man jetzt eine starke mit Füssen versehene Lupe und stellt dieselbe scharf auf das eingeritzte Kreuz der unteren Glasseite ein. Alsdann legt man ein möglichst detailreiches und fein organisirtes Object (Pleurosigma angulatum oder dergleichen) unter das Objectiv, und regulirt, durch die Lupe sehend, die Mikrometerschraube derartig, dass man ein scharfes Bild des Objects in allen seinen Details erhält. — Man sieht dann sowohl das eingeritzte Kreuz wie das Bild des Objectes durch die Lupe gleich scharf. — Ist dies geschehen, so entfernt man, **ohne** an der Mikrometerschraube oder der Einstellung das Geringste zu ändern, die Cassette mit ihrem Ansatz und setzt an ihre Stelle das Ocular des Mikroskopes.

Nun schiebt man — während die Einstellung des Mikroskopes immer unverändert bleibt — soweit den Tubus ein, bis man gleichfalls ein scharfes Bild des Objectes erhält und liest die betreffende Stellung an der auf den Tubus angebrachten Millimeter-Eintheilung (siehe S. 83) ab und notirt sie.

Sollte der Tubus keine Theilung zeigen, so kann man die jeweilig erforderliche Stellung durch einen Merkstrich markiren. Man hat nach dieser Feststellung bei den nun folgenden Aufnahmen dann nur nöthig, nach Einfügung des Oculars und Einschieben des Tubus auf die entsprechende (notirte) Länge, das Bild scharf einzustellen und alsdann an Stelle des Oculars ohne weitere Aenderung die Cassette mit der lichtempfindlichen Platte zu bringen.

Die bei diesen Apparaten benutzte Cassette kann für ein oder mehrere Bilder eingerichtet sein. Bei Einrichtung für mehrere Bilder gleitet die eigentliche Cassette schlittenförmig in einer zur Seelenaxe des Tubus genau senkrecht stehenden Führung und gestattet nach einander drei oder mehrere Theile der Platte in den vom Objectiv entworfenen Lichtkreis zu bringen und auf diese Weise, je nach der Grösse der Platte auf derselben mehrere Aufnahmen neben einander zu machen. In der jedesmal geeigneten Stellung wird die Cassette durch eine kleine Einspringfeder festgehalten.

Dass für jede Aufnahme natürlich in der Cassette auf der Bildseite ein besonderer kleiner Schieber zum Oeffnen und Schliessen vorhanden sein muss, versteht sich von selbst. Eine solche Cassette für sechs und eine solche für acht Bilder, wie sie Benecke construirt hat, zeigen die nebenstehenden Abbildungen.

Die Construction der ersteren ergiebt sich nach dem Gesagten

von selbst, während bei der zweiten wohl nur hinzuzufügen ist, dass der innere, die Platte tragende Theil *AG* 1—8 um seinen Mittelpunkt drehbar ist und durch die einspringende Feder (*F*) in der jedesmaligen Stellung fixirt wird. —

Bei der Benutzung dieser Cassetten für mehrere Aufnahmen, lässt Benecke dieselben noch durch einen besonderen, auf vier Säulchen ruhenden festen Träger halten, weil der Apparat sonst durch die hochliegende grössere Belastung und die wiederholt nöthig werdende Veränderung der Stellung der Cassetten zu labil wäre. —



Fig. 29.

Im Princip gleichartig mit dem eben beschriebenen Apparate construirt sind die einfachen Apparate von Jos. von Gerlach, Meier, Harting und Hauer.

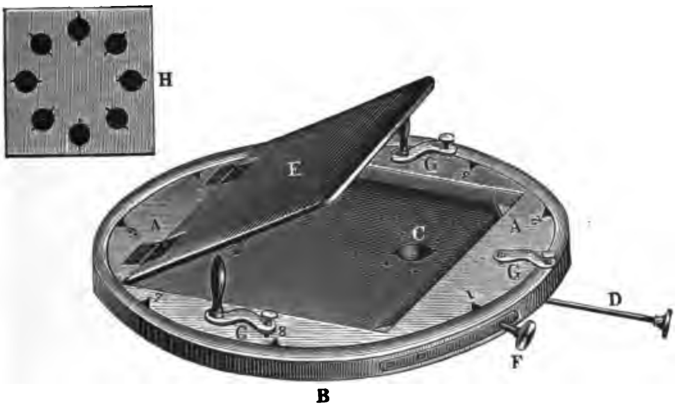


Fig. 30.

Dieselben bestehen sämmtlich in einer unmittelbar über dem Tubus des Mikroskopes angebrachten kastenförmigen Camera.

Das Instrument von Gerlach[1]), welches ein besonderes Interesse deshalb erregt, weil es eines der ältesten mikrophotographischen

[1]) Siehe auch Gerlach: Die Photographie als Hülfsmittel mikroskopischer Forschung 1863.

Instrumente war, hat die in nebenstehender Abbildung wiedergegebene Form. Auf dem Tubus des Mikroskopes ist mittelst der durch eine Schraube anziehbaren Ringklemme (*l*) und des Metallringes (*i*) ein weites hölzernes Rohr (*g*) befestigt, welches die kastenförmige Holzcamera (*d*) trägt, auf der die Visirscheibe, beziehentlich die Cassette (*b*) ruht. Der oben auf derselben befindliche Conus dient zur Abhaltung fremden Lichtes beim Einstellen des Bildes auf der matten Scheibe (die, beiläufig erwähnt, bei dem ersten Gerlach'schen Apparat aus geöltem Papier bestand) und trägt in seinem Inneren eine auf die matte Scheibe eingestellte Lupe. —

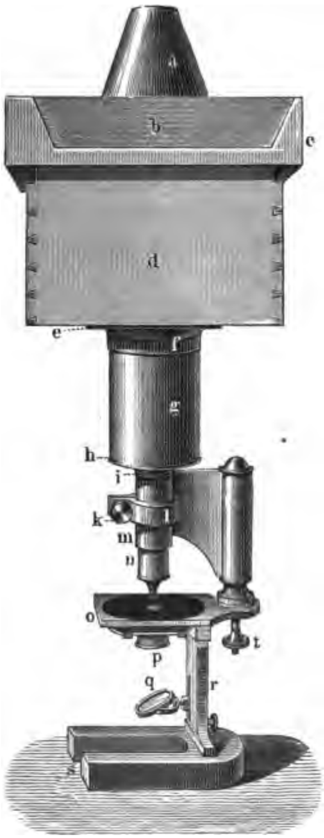


Fig. 31.

Als Beleuchtungs-Vorrichtung diente Gerlach eine das von einem Concavspiegel reflectirte Licht noch weiter concentrirende, planconvexe, im Cylinder (*p*) befindliche Linse. —

Die Ueberlastung des Instrumentes durch den schweren und voluminösen, einzig auf dem Tubus des Mikroskopes ruhenden Apparat liegt klar zu Tage und es ist ebenso ersichtlich, dass durch diese fortwährend nach unten drükkende Belastung die Mikrometerschraube in starke Mitleidenschaft gezogen werden musste. — v. Gerlach hat denn auch bald sein Instrument durch ein besonderes, die Kammer tragendes Fussgestell wesentlich verbessert und ihm dadurch die vorher fehlende, für gute Aufnahmen aber unentbehrliche Stabilität gegeben. —

Mit dem so verbesserten v. Gerlach'schen Apparate stimmen in ihrer Anordnung diejenigen von Meier, Harting und Hauer im Wesentlichen überein, nur besteht im Harting'schen Instrumente die

Camera aus einem grösseren Conus, der an seiner nach oben gekehrten Basis die Cassette trägt, während seine nach unten gekehrte, den Tubus des Mikroskopes umfassende Spitze von einem festen Holzgestell getragen wird. — Zur Beleuchtung benutzt Harting das von einem Prisma mit gewölbten Flächen concentrirt auf den Spiegel des Mikroskopes geworfene Licht. —

Die vorstehenden Apparate zeigen neben dem Vorzug der grossen Einfachheit einen sehr erheblichen Nachtheil darin, dass sie bei Anwendung eines und desselben Objectives ohne Ocular immer nur ein und dieselbe Vergrösserung gestatten und stärkere Vergrösserung nur durch Mitbenutzung der Oculare möglich machen.

Dass ihre Beleuchtungsapparate sehr einfach sind, kann bei schwachen Vergrösserungen nur als Vortheil gelten und lässt sich bei stärkeren Vergrösserungen, wo es sich als Mangel fühlbar machen würde, leicht dadurch abändern, dass man einen der oben näher beschriebenen Beleuchtungsapparate einfügt. — —

Ein in dieser Richtung verbesserter, sonst aber noch an die vorstehenden Apparate in seiner Construction sich anschliessender Apparat ist der von Zeiss-Jena gefertigte kleine mikrophotographische Apparat.

Derselbe zeigt wegen seiner horizontalen Lage eine grössere Stabilität gegen Erschütterungen und liefert, abgesehen davon, dass er die eben erwähnten Mängel betreffs der bei ein und demselben Objectiv nur durch Wechseln der Oculare variablen Vergrösserung zeigt, recht genügende Resultate.

Er besteht in einer pyramidenförmigen auf einem festen Holzbrett ruhenden, in einem Schlitten beweglichen Camera, die eine Cassette beziehentlich Visirscheibe, vom Format 18 × 18 cm an ihrer Basis aufnehmen kann. Vor der Camera wird ein mit umlegbarem Obertheil versehenes, die erforderlichen Beleuchtungsapparate besitzendes Mikroskop (wie das S. 82 beschriebene) durch drei Schrauben eingestellt und mit der Camera lichtdicht verbunden. —

Die genaue Einstellung des Bildes geschieht mittelst der unten näher beschriebenen Einstell-Lupe.

2. Die grösseren mikrophotographischen Apparate.

Der letzterwähnte kleine Zeiss'sche Apparat bildet den Uebergang zu den grösseren complicirteren Apparaten, die ihrerseits

wieder in horizontale, verticale und solche mit nach Belieben variabler Axe zerfallen. Die sämmtlichen hier zu erwähnenden und zu beschreibenden Apparate unterscheiden sich von den vorstehend beschriebenen dadurch, dass sie eine in ihrer Entfernung gegen die Objective des Mikroskopes veränderliche Bildfläche haben.

Diese Verschiebbarkeit der matten Scheibe bezw. der Cassette wird durch Einfügung einer ausziehbaren Balgcamera in den Apparat erreicht und hat man es durch diese beliebige Veränderung des Bildabstandes in der Hand, mit einem und demselben Objectiv ohne Zuhilfenahme von Ocularen verschiedene Vergrösserungen zu erhalten. Dieselbe wächst mit Entfernung der Scheibe vom Objecte und man kann, wenn das Laufbrett, auf dem die matte Scheibe hin und her geschoben wird, mit einer entsprechend genauen Eintheilung versehen ist und man die äquivalente Brennweite des angewandten Objectives kennt, ohne Weiteres die Grösse der erzielten Vergrösserung durch Rechnung finden und zwar auf folgende Weise:

Man stellt die Entfernung der Visirscheibe von dem Objective fest und dividirt diese Zahl durch die in gleichen Maassen angegebene äquivalente Brennweite: der Quotient giebt die lineare Vergrösserung an. Haben wir z. B. ein Objectiv von 2,6 mm äquivalenter Brennweite und einen Abstand der matten Scheibe von 1040 mm, so wird die mit diesem Objectiv bei der gegebenen Stellung erzielte Linearvergrösserung eine 400fache sein.

Wie die Stärke der Vergrösserung, wenn man die äquivalente Brennweite des Objectives nicht kennt, auf anderem Wege bestimmt wird, so dass man aus ihr rückwärts genau die äquivalente Brennweite des Objectives feststellen kann, soll weiter unten eingehend erörtert werden.

a) Horizontale Apparate.

Hier wollen wir zunächst die Construction der grösseren horizontalen Apparate des Näheren betrachten und beginnen mit dem von Zeiss construirten, der in seiner Bauart als Schema für die Mehrzahl der horizontalen Apparate dienen kann.

Derselbe ist, wie fast alle ähnlichen Apparate, auf die Benutzung des Beobachtungsmikroskopes berechnet und erfordert ein solches Instrument, welches einen umlegbaren Obertheil (siehe oben) besitzt.

Dieses in horizontale Lage gebrachte Mikroskop ist auf einer starken Eisenplatte befestigt, die durch drei starke Schrauben in

ieben
nden
vor-
nung
ben.
sette
ppa-
des
ctiv
zu
ecte
hin
hei-
ge-
ten
ise:
ive
ge-
er-
va-
on
el-

te
e-
te
n-

i-
n
e

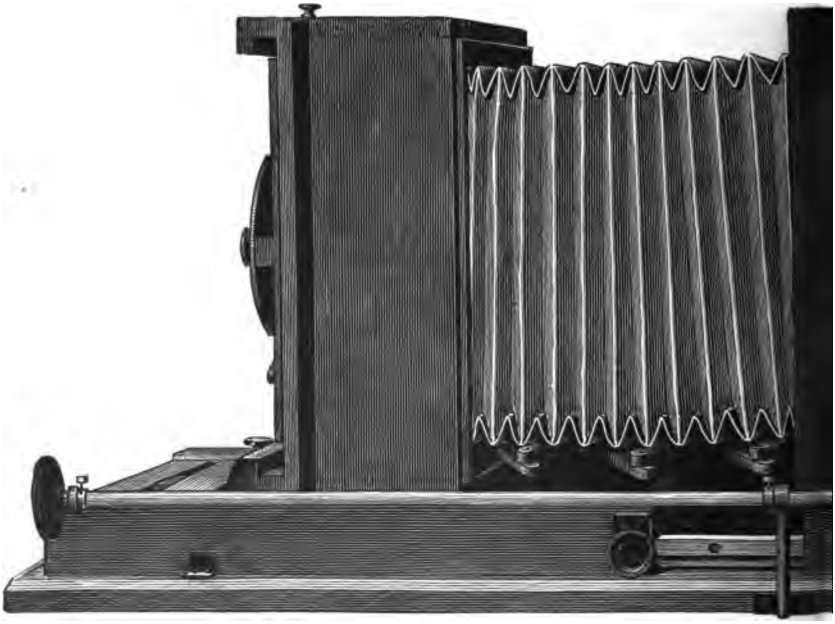
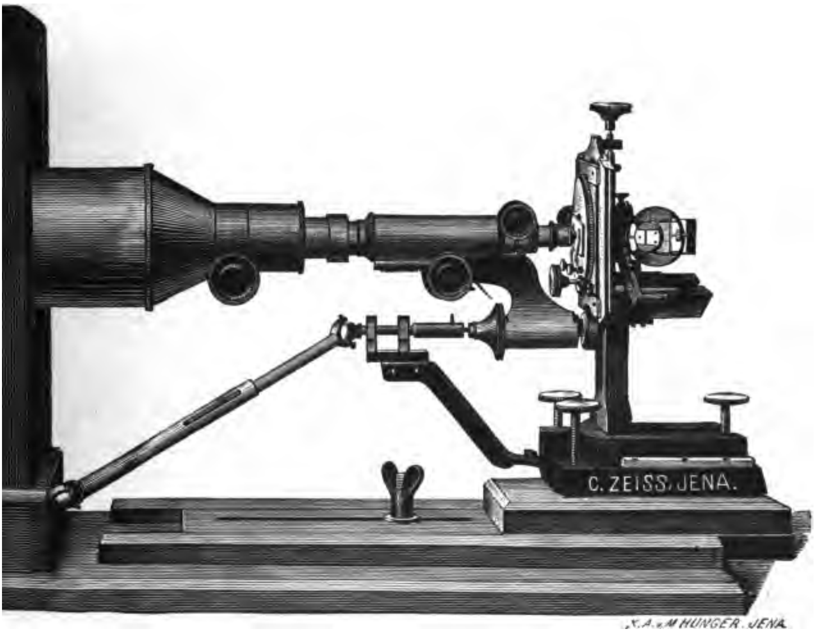


Fig. 32


C. ZEISS, JENA.
HUNGER. JENA.

ihrer Stellung justirbar ist und auf einem in der Längsaxe des ganzen Apparates verschiebbaren, durch Flügelschraube feststellbaren Schlitten steht. Dieser Schlitten ruht wie die Camera auf einer starken, vor dem Verziehen geschützten Holzplatte.

Das Mikroskop wird mittelst der drei Schrauben und des Schlittens vor dem Gebrauch in eine solche Stellung gebracht, dass seine optische Axe zu der Ebene der matten Scheibe senkrecht steht und dieselbe in ihrer Mitte trifft; alsdann wird es lichtdicht mit der Camera verbunden. —

Die Camera selbst hat einen Balgauszug und bewegt sich auf einer sogenannten Scheere. Die Möglichkeit der scharfen Einstellung des Bildes durch Drehen der Mikrometerschraube von der hinteren Seite des Apparates her, wird durch den Hooke'schen Schlüssel oder einen anderen, der weiter unten zu beschreibenden, zu diesem Zwecke dienenden Apparate bewerkstelligt.

Auf den vorderen Theil des Grundbrettes lässt sich, wenn die am Mikroskop befindlichen Beleuchtungsapparate nicht ausreichen oder nicht benutzt werden sollen, mit Leichtigkeit ein die Beleuchtungsapparate und übrigen Stücke tragender längerer Schlitten, wie er auf S. 61 eingehend geschildert wurde, anfügen und mit den übrigen Apparaten centriren.

Die grobe Einstellung geschieht hier, wie bei allen folgenden Apparaten, am besten auf der matten Scheibe, die feinere und endgiltige Einstellung mittels der bereits erwähnten Einstell-Lupe. —

Mit der hier angegebenen Construction stimmen die anderen horizontalen Apparate, wie sie von Benecke, Maddox, Highley, Seibert, Rood und Anderen angegeben und construirt sind, im Wesentlichen überein und variiren nur hin und wieder hinsichtlich der Anordnung des Beleuchtungsapparates, gemäss den (auf S. 54 und folgenden) gegebenen Modificationen. —

Aus diesem Grunde brauchen wir hier nur kurz noch eines Apparates für schwache Vergrösserungen zu erwähnen, der bei wagerechter Lage der Camera ein senkrecht stehendes Mikroskop benutzt, und können dann auf die verticalen Apparate übergehen.

Der eben erwähnte kleinere Apparat ist im Wesentlichen nach Art des Chevallier'schen Mikroskopes gebaut. Der verticale Tubus des einfach und wie gewöhnlich gebauten Mikroskopes trägt eine horizontale, seitliche Fortsetzung. Im Scheitelpunkt des von den beiden Tubenaxen gebildeten Winkels befindet sich ein mit seiner

Hypothenuse das Licht reflectirendes Prisma und wirft die vom Objectiv in verticaler Richtung kommenden Strahlen in horizontaler Richtung durch den Tubusansatz weiter in die mit letzterem verbundene Balgcamera. —

Die Einstellung des Objectes geschieht in diesem Falle mittels Bewegung des Objecttisches, was, da der Apparat nur für schwache Vergrösserungen angewendet wird, keine Nachtheile für die Beleuchtung in sich schliesst. Durch die Reflexion geht natürlich viel Licht verloren, doch wird auch dieser Verlust, wegen der Schwäche der Vergrösserungen nicht wesentlich ins Gewicht fallen. —

Ganz ähnlich ist der Apparat, wie er von Benecke & Kupffer für Photographiren von embryologischen Präparaten und dergleichen construirt wurde.

Beide Apparate kehren durch die Anwendung der Spiegelung das vom Objectiv entworfene Bild um. —


Fig. 33.

b) Verticale Apparate.

Die einfachste Construction für Verticalstellung ist die von Stegemann - Berlin gefertigte, nach Angaben von Rob. Koch verbesserte. Dieselbe besteht, wie beifolgende Figur ergiebt, aus einem festen, schweren Fuss, der eine hohle verticale Messingsäule trägt. In letzterer ist ein mit Zahnstange versehenes Prisma durch den in die Zahnstange eingreifenden Trieb auf und ab zu bewegen. Am oberen Ende dieses Prismas befindet sich die Camera, deren unterer, das Objectiv oder den Tubus des Mikroskopes tragender Theil, durch einen besonderen Trieb ebenfalls in verticaler Richtung verstellbar ist und so in jede Höhe eingestellt werden kann. Die Kammerlänge beträgt, wenn der den Obertheil mit dem Untertheil verbindende pyramidenförmige Balg ganz ausgezogen ist, ca. 1 Meter. —

Dieser Apparat kann ebensowohl zur photographischen Auf-

nahme von Culturplatten als auch zu mikrophotographischen Aufnahmen benutzt werden. In ersterem Falle trägt er ein photographisches Objectiv, im letzteren Falle ist er mit einem Mikroskope zu conjugiren.

Zur Benutzung für letzteren Zweck hat er einige wesentliche Veränderungen und Verbesserungen erfahren. Zunächst ist die Form des Fusses wesentlich verstärkt und verbreitert, sodass zwischen den beiden Vorderträgern desselben bequem ein Mikroskop eingestellt werden kann.

Die runde, das Prisma tragende Säule ist in eine viereckige umgewandelt und mit einer Scala versehen worden, mittelst deren man stets genau die Distanz des Objectives von der matten Scheibe durch Ablesen bestimmen kann.

An dem unteren, das Objectiv oder den Tubus tragenden Theile ist ausser der Stirnwand noch ein kleines Rähmchen lichtdicht in horizontaler Richtung verschiebbar. Dasselbe dient zur Aufnahme einer Cuvette, die je nach den Umständen mit den verschieden gefärbten Flüssigkeiten gefüllt wird, und so Arbeiten mit monochromatischem Lichte ermöglicht. —

Zur Anwendung für stärkere Vergrösserungen wird der Apparat mit dem Mikroskope, das selbstredend keinen umlegbaren Obertheil zu haben braucht, lichtdicht verbunden, während das Mikroskop mit dem geeigneten Beleuchtungsapparate (siehe pag. 60 u. ff.) in horizontaler Stellung versehen, und das in geeigneter Form concentrirte Licht durch einen an Stelle des Mikroskopspiegels angebrachten Silberspiegel in die verticale optische Axe des Mikroskopes reflectirt wird. —

Durch Umlegen des Apparates, wie es vom Verfertiger vorgeschlagen wird, kann man natürlich auch verticale Präparate aufnehmen, doch scheint diese Anordnung deshalb bei starken Vergrösserungen weniger günstig, weil die Stabilität des umgelegten Apparates wegen der alle Verbindungen vermittelnden einen Säule wesentlich leidet. —

Einen im Wesentlichen gleichen Apparat, wie den ursprünglichen Stegemann'schen baut die bekannte Firma Seibert-Wetzlar, nur ist bei ihm die untere Stirnfläche der Camera an dem Träger fest und unbeweglich angeschraubt und die Kammer selbst statt pyramidal, prismatisch geformt.

Nächst diesem einfachen und für viele Fälle vollkommen ausreichenden verticalen Apparate kommen dann die weniger compendiösen, complicirteren Instrumente in Betracht, wie sie auf der mit der letzten Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte verbundenen Ausstellung zu sehen waren. Als Prototyp solcher Apparate kann der von Dr. H. Burstert schon viel früher construirte, in nebenstehender Skizze wiedergegebene Apparat dienen:

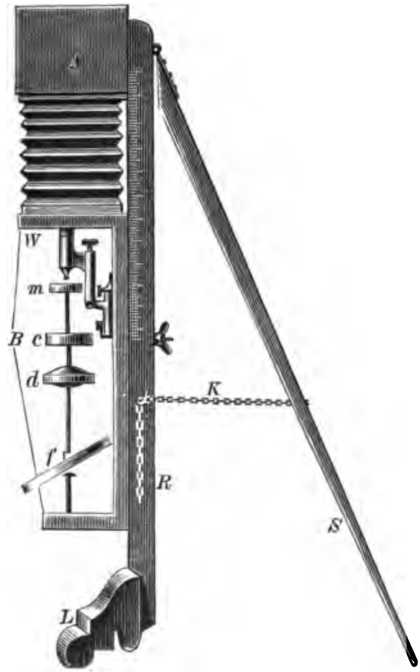


Fig. 34.

Die Camera ist mit dem festen und stabilen Holzgestell *LRS* in unveränderlicher Stellung verbunden; die durch Balgauszug mit der Camera verbundene Stirnwand *W* ist auf dem den Beleuchtungsapparat (*f*, *c*, *d*) und das umgelegte Mikroskop tragenden Schlitten (*B*) fest aufgeschraubt. Dieser Schlitten (*B*) ist in einem, im Rückstück (*R*) befindlichen, langen Führungsschlitz auf- und abschiebbar und gestattet so Mikroskop, Beleuchtungs-Apparat und Stirnwand der Camera, gegen die matte Scheibe in verschiedenste Distanz zu bringen, ohne die Stellung der einzelnen Stücke selbst gegeneinander irgendwie zu verändern. Der Beleuchtungsapparat ist analog wie bei Benecke's grossem Apparat von einer starken, mit dem Schlitten fest verschraubten Eisenstange getragen, auf welcher die einzelnen Stücke in Führung hin- und herschiebbar sind und durch Stellschrauben festgestellt werden können.

Durch Verrücken der durch die Kette (*K*) fixirten Stütze (*S*) ist der Apparat in jedwede schiefe Lage zu bringen. Der Abstand des Objectives von der matten Scheibe wird durch eine am Rück-

gestell angebrachte Scala, über der ein mit dem Schlitten verbundener Index spielt, ermittelt.

Die Einstellung geschieht mittels eines der gleich weiter unten zu beschreibenden Apparate.

Will man den Apparat in verticaler Lage anwenden, so bildet das unterste Stück des Beleuchtungsapparates, ein grösserer silberner Planspiegel (*f*), oder eine in horizontaler Lage brennende Lichtquelle, soll er horizontal benutzt werden, so liegt er auf einem entsprechenden Untergestell auf, und es tritt an Stelle des Spiegels die Lichtquelle. — Die Vorzüge des Apparates sind: das feste auf drei Punkten ruhende Stativ, und die Anbringung des ganzes Apparates, (Beleuchtungsapparat und Camera) auf einem gemeinsamen Gestell.

Man kann denselben derart stellen, dass der Spiegel im Sonnenlicht stehend, dasselbe in die optische Axe reflectirt, dagegen der übrige Theil des Apparates sich im Schatten befindet. —

Die auf der letzten Naturforscherversammlung ausgestellten Apparate von Schippang, die später noch von Stenglein verändert wurden, sind im Princip gleich angeordnet, nur ist bei ihnen Camera und Beleuchtungsapparat auf einem gemeinsamen grossen, die ganze Länge des Apparates ausmachenden Laufbrett angebracht, das hier von einem in verticaler Stellung feststehenden, auf drei Stellschrauben ruhenden, eisernen Fusse getragen wird. Hier wie im Burstert'schen Apparate ist in die Oeffnung der Stirnwand ein gewöhnliches photographisches Objectiv zur Erreichung ganz schwacher Vergrösserungen einzusetzen. —

Einen in Manchem mit dem eben beschriebenen Apparat übereinstimmenden, aber in seiner Construction doch wesentlich differirenden Apparat wendet der Verfasser seit ca. 9 Jahren sowohl für Beleuchtung mit Sonnenlicht, als auch mit künstlichen Lichtquellen mit bestem Erfolge an und es sind mit demselben sämmtliche, auf den Tafeln gegebene Photogramme unter Anwendung künstlichen Lichtes, nämlich des Kalklichtes, erzeugt worden.

Der Apparat, den wir in der nebenstehenden Zeichnung wiedergeben, hat vor Allem den Zweck, dasselbe Instrument, welches als Beobachtungsmikroskop dient, ohne weitere Umstände auch zur photographischen Aufnahme der Bilder benutzen zu können und zwar durch leichte und bequeme Einfügung in den mikrophotographischen Apparat. Es ist ferner darauf Rücksicht genommen worden, dass nicht immer ein Mikroskop mit umlegbarem Obertheile

zur Verfügung steht und deshalb die Einrichtung derart getroffen, dass die Anwendung eines jeden, auch mit nicht umlegbaren Obertheil versehenen Mikroskopes Statt haben kann.

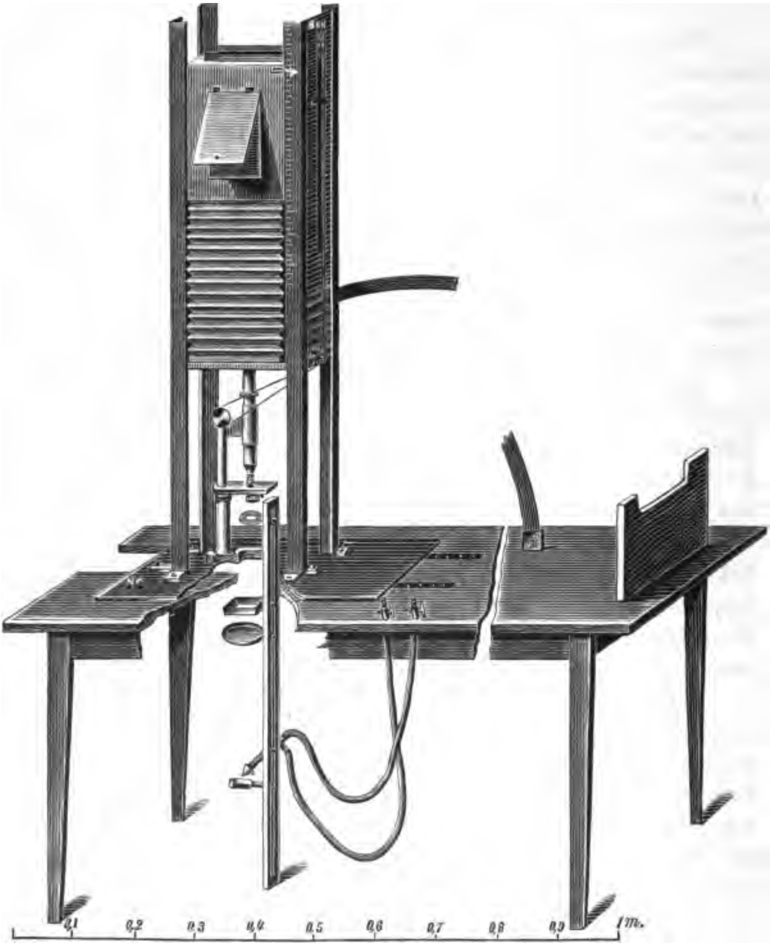


Fig. 35.

Zur Anwendung eignet sich jedes mit gabelförmigem (hufeisenförmigem) Fusse versehene Mikroskop. Sollte der zwischen der Gabel des Fusses freibleibende Raum, den, wie wir gleich unten sehen werden, die Strahlen des Beleuchtungsapparates passiren

müssen, zu schmal sein, so ist es ein Leichtes, diesen untersten Theil des Fusses durch einen anderen von geeigneter Gabelweite ersetzen zu lassen. Es wird diese Aenderung, da sie weder die Führung des Spiegels, noch irgend einen wesentlichen Theil des eigentlichen Mikroskopes betrifft, leicht und ohne irgend welche Schädigung des Mikroskopes vorgenommen werden können und verhältnissmässig sehr billig sein[1]). — Zudem wird diese Aenderung auf die Verwendbarkeit des Mikroskopes als Beobachtungsinstrument ohne irgend welche Wirkung sein, da es vollkommen gleichgiltig ist, ob der Fuss eines solchen Instrumentes etwas breiter oder schmaler ist; im Gegentheil es gewinnt eher noch die Festigkeit des Ganzen durch einen breiteren Fuss. — Die Aenderung betrifft, wie gesagt, nur die Fussplatte, und es wird dieselbe an der Stelle abgeschraubt, wo der vertical stehende Theil des Mikroskopes auf dieselbe aufgesetzt ist. —

Die Anordnung des Apparates ist im Wesentlichen folgende:

Auf einer viereckigen, starken, eisernen Platte befinden sich vier genau senkrecht und sehr fest aufgeschraubte, eiserne Schienen, die in ihrer Stellung durch je zwei feste Lappen gehalten werden. Diese im Querschnitt rechtwinklig gebogenen Schienen, dienen zur Führung der Camera, welche zwischen ihnen mit ihren Verticalkanten auf und ab gleitet und an einem, zwei nebeneinanderliegende Schienen verbindenden eisernen Laufbrett mittelst einer in einem Längsschlitz des Laufbretts sich bewegenden Schraube und Flügelmutter in jeder beliebigen Höhe fest und sicher eingestellt werden kann.

Die Schienen zu beiden Seiten des Laufbrettes tragen eine genaue Theilung, auf welcher ein mit der Kammer fest verbundener Index spielt und die jeweilige Entfernung der matten Scheibe vom Objectiv ablesen lässt.

Da jedoch der Index etwas tiefer liegt als die matte Scheibe, so ist um genau ebensoviel der Nullpunkt der Scala gegen die Höhe des Objectives tiefer gerückt, so dass also die vom Index angegebene Zahl auch dem wirklichen Abstand zwischen matter Scheibe und Objectiv entspricht. — In der Höhe, welche der Tubus des Mikroskopes er-

---

[1]) Die Firma O. Ney-Berlin, Wilhelmstr., führt solche Aenderungen aus und baut auch vollständige Apparate nach den Angaben des Verfassers, die incl. Beleuchtungslinse und Einstellvorrichtung, Camera und Kalklichtvorrichtung excl. Gasometer 220 Mark kosten.

reicht, befindet sich zwischen den vier Schienen ein zweiter ebenfalls durch Flügelschraube auf dem Laufbrett in seiner Höhe genau zu fixirender, cameraartiger, aber sehr flacher Kasten. Die Verbindung beider Kammern ist durch einen vierseitigen, entsprechend grossen Balgauszug hergestellt.

In ihrer Mitte trägt die nach unten gekehrte Stirnwand des kleineren Kastens eine runde, mit Schraubengewinde versehene Oeffnung von solcher Grösse, dass in das Gewinde ein photographisches Objectiv eingeschraubt werden kann.

Ein zweites ringartiges, an Stelle des Objectives einschraubbares Einsatzstück kommt bei Anwendung eines Mikroskopes zur Benutzung und vermittelt, in der unten eingehender zu besprechenden Weise, die lichtdichte Verbindung der Camera mit dem Mikroskop. —

In der eisernen Grundplatte befindet sich genau in der Mitte zwischen den vier Leitungsschienen, also auch genau der Mitte der ganzen Camera und dem in der Stirnwand befindlichen Objectivloch genau entsprechend, eine kreisrunde Oeffnung von ca. 6—7 cm Durchmesser. Dieselbe dient zum Durchlassen der von dem unterhalb der Grundplatte angebrachten Beleuchtungsapparate ausgehenden Lichtstrahlen. —

Auf der Grundplatte wird das mit geeigneter Fussgabel versehene Mikroscop durch drei Stellschrauben fest aufgeschraubt und zwar so, dass sein Tubus genau durch die Mitte der Objectivöffnung in der Stirnwand geht. Auf der nach unten gekehrten Seite trägt die Grundplatte einen winkelförmigen, starken, genügend langen Ansatz (*U* Fig. 36), an welchem der den Beleuchtungsapparat tragende Schlitten sich leicht und bequem in verticaler Stellung anschrauben lässt. —

Dieser Schlitten selbst ragt durch die Grundplatte in einer seitlichen, dreiseitigen Ausbuchtung des in der Platte befindlichen Loches über dieselbe nach oben, bis dicht unter den Objecttisch des Mikroskopes hinaus und gestattet so, wenn nöthig, ein Heranbringen der zum Beleuchtungsapparate gehörigen Theile bis unmittelbar unter den Objecttisch. —

Die Feststellung des Schlittens geschieht durch Klemmschrauben (*K*) auf dem Ansatzstücke der Grundplatte (*U*). Um den an der Unterseite des Schlittens beim Verstellen entlang gleitenden Planscheiben (siehe S. 61 und nebenstehende Figur) Raum zum Passiren zu lassen, ist der verticale Theil des Ansatzstückes *U* mit einer entsprechenden rinnenartigen Vertiefung versehen.

Die Art der Befestigung des Schlittens an dem Ansatzstücke ermöglicht es, den Schlitten je nach Bedürfniss mehr oder weniger weit durch das Loch der Grundplatte nach oben hindurchragen zu lassen, verbindet jedoch nichts destoweniger den Beleuchtungsapparat in durchaus fester und absolut unverrückbarer Lage mit dem ganzen übrigen Apparat. — Die erwähnte Ausbuchtung der Grundplatte liegt auf derselben Seite des Gesammtapparates wie das Laufbrett der Camera und muss das Mikroskop selbstredend in derjenigen Stellung auf die Grundplatte aufgeschraubt werden, dass es mit der offenen Seite der Gabel nach dieser Ausbuchtung hin, und somit also mit seiner Rückseite derselben diametral gegenüber, steht.

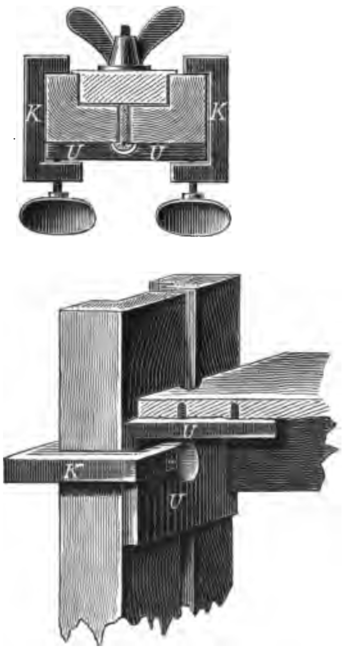


Fig. 36.

Der ganze Apparat ruht auf einem fest gebauten, kräftigen vierbeinigen Holzgestelle, dessen Tischplatte eine der in der eisernen Grundplatte befindlichen Oeffnung entsprechende Oeffnung hat, und wird auf dieser hölzernen Tischplatte durch zwei Schrauben festgeschraubt.

Als unterstes Stück des Beleuchtungsapparates kommt auf den Schlitten das vom Verfasser bei allen stärkeren Vergrösserungen benutzte Kalklicht oder eine andere in horizontaler Lage anwendbare Lichtquelle (siehe oben S. 87). Will man statt der eben bezeichneten Lichtquellen eine nur in verticaler Stellung brennende, wie Petroleumlampen und dergleichen, benutzen, so tritt an die unterste Stelle, analog wie beim Burstert'schen Apparate, ein grosser Planspiegel.

Man kann auch statt dessen den den ganzen Beleuchtungsapparat tragenden Schlitten auf die Grundplatte in horizontaler Richtung aufschrauben und in der beim Stegemann'schen Apparate erwähnten Weise das horizontale Licht durch einen kleinen, an Stelle

des Mikroskopspiegels gebrachten, silbernen Planspiegel in die optische Axe des Apparates werfen. —

Die Einstellung der Mikrometerschraube geschieht mittelst einer geeigneten, unten näher zu beschreibenden Stangenübertragung oder dergleichen von der matten Scheibe her.

Die eigentliche Camera hat auf einer der an das Laufbrett angrenzenden Seiten eine Thür, welche nach oben mit Scharnieren befestigt ist; der Zweck dieser Thür wird weiter unten eingehend ersichtlich werden. Die beiden Kammern sind in allen ihren Theilen von dünnem ca. $1/2$ mm starkem Eisenblech oder Holz gefertigt. —

Durch seine Construction gestattet der Apparat ferner auch eine leichte und bequeme Benutzung in horizontaler Stellung, die besonders bei Anwendung von vertical brennenden Lichtquellen und nicht beweglichen Objecten dann angewandt wird, wenn man Einschaltung von Spiegeln in den Lichtweg umgehen will.

Zu diesem Zwecke trägt der Apparat an der Laufbrettseite, circa in der halben Höhe, eine feste Kreisschiene, während die eiserne Grundplatte über die das Laufbrett tragenden Schienen um 15 cm hervorragt und durch Scharniere fest auf der Tischplatte befestigt ist. Wird der Apparat nun um diese Scharniere in schiefe bis horizontale Stellung umgelegt, so läuft die Kreisschiene durch eine entsprechende, mit Stellschraube versehene Hülse der Tischplatte und gestattet, durch Anziehen der Stellschraube, Fixirung des Apparates in jedweder schrägen Lage. In horizontaler Stellung liegt das Laufbrett auf ein am Ende des Tisches stehendes verticales Brett auf. Diese Einrichtung ermöglicht ein sehr bequemes Reguliren und Einstellen der Beleuchtung zunächst in horizontaler Lage und, nachdem dies geschehen, ein leichtes Aufrichten des Apparates in die verticale Lage. Der Schlitten des Beleuchtungsapparates passirt dabei einen geeigneten Ausschnitt in der Tischplatte. Da die Höhe der Tischplatte etwas über 50 cm und die des verticalen Brettes ca. 17 cm beträgt, so kommt der Apparat bei horizontaler Stellung mit seinem Laufbrett in eine Höhe von ca. 70 cm, die zum Bedienen desselben sehr bequem ist, während er andererseits bei schräger und verticaler Stellung immer noch nicht unbequem hoch wird. —

Auf der Figur ist der Tisch abgebrochen gezeichnet und deshalb verkürzt worden. — —

Selbstverständlich kann statt der vier die Camera tragenden Leitschienen auch nur ein zwei Schienen verbindendes Laufbrett, sowie jede andere genügende Führungseinrichtung zur Anwendung kommen; im Interesse der Stabilität ist jedoch den vier Leitschienen, besonders da sie bei geeignetem Abstande von einander für die Beobachtung und Bedienung des Apparates in keiner Weise hinderlich sind, der Vorzug zu geben. — —

Die Anordnung des Beleuchtungsapparates bleibt diejenige, welche schon oben als erste beschrieben worden ist. —

Der Apparat gestattet also, nach dem Gesagten, eine Anwendung in verticaler, wie in horizontaler Lage ohne irgend welche Aenderung an den wesentlichen Theilen desselben, er gestattet ferner jede beliebige Art der Beleuchtung und hat eine sehr grosse Stabilität deshalb, weil bei verticaler Stellung seine Unterstützung nicht an dem unteren Ende, sondern fast in der Mitte durch einen festen vier- oder dreibeinigen Tisch geschieht und sämmtliche Theile des Apparates fest und sicher mit der Grundplatte in Verbindung stehen.

Die Anordnung des Beleuchtungsapparates kann in jeder der bekannten und bisher besprochenen Arten, ohne irgend welche erhebliche Mühe geschehen, ebenso wie jedes auch nicht zum Umlegen eingerichtete Mikroskop Anwendung finden und sofort nach seinem Gebrauche wieder als Beobachtungs-Instrument benutzt werden kann. — Zudem kommen noch die leichte Handhabung und die verhältnissmässig grosse Billigkeit des Apparates[1]. —

c) Verstellbare Apparate.

Nach Beschreibung der horizontalen und verticalen Apparate bleibt es noch übrig, auf diejenigen einzugehen, welche sich in jedweder Lage anwenden lassen.

Bilden die beiden zuletzt geschilderten Apparate so zu sagen schon den Uebergang zu dieser Art von Apparaten, so soll noch im Nachstehenden der von Benecke construirte grosse mikrophotographische Apparat als Vorbild für die in jede Richtung zu stellenden

[1]) Die Anwendung des Kalklichtes vertheuert übrigens, da sie bei richtiger Innehaltung der günstigen Bedingungen pro Stunde nur ca. 30 bis 35 Pf. kostet, das Arbeiten nicht in irgend wesentlichem Maasse (siehe auch S. 48 u. ff.).

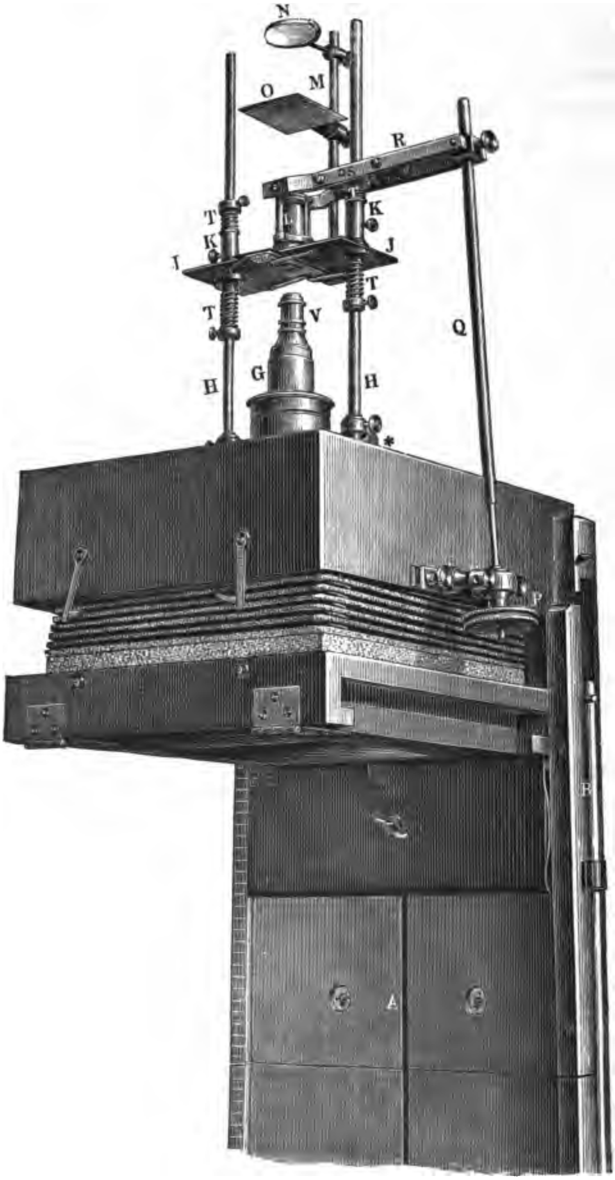


Fig. 37.

Apparate angeführt werden. Die in dieser Art construirten Apparate finden ihre Anwendung da, wo es sich um directes Auffallen des Sonnenlichtes unter Vermeidung jedweden Reflectors handelt. Die Einrichtung des Benecke'schen Apparates ist folgende:

Eine 1 m lange Balgcamera, deren Grundbrett (*A*) aus zwei durch Scharniere verbundenen und durch starke Riegel (*B*) in einer Ebene zu vereinigenden Hälften besteht, hat an ihrer Stirnwand den das Objectiv (*V*) tragenden, durch Zahn und Trieb vor- und rückwärts beweglichen, innen mit Sammt gefütterten Tubus (*G*). Zu beiden Seiten dieses Tubus stehen die runden Stangen *HH*, auf denen mittelst zweier Hülsen (*KK*) der Objecttisch verschiebbar ist. — Mit dem Objecttisch fest verbunden ist das die Blenden, Condensoren etc. tragende, in der Oeffnung des Tisches genau central eingesetzte Rohr (*L*). Gleichfalls fest mit dem Objecttisch verbunden ist die die matte Scheibe (*O*), farbige Glasplatte oder Cüvette und achromatische Sammellinse (*N*) tragende Stange *M*. Die grobe Einstellung geschieht durch Bewegung des Tubus mittelst des Schraubenkopfes *, die feine durch Bewegung des Objecttisches mittelst geeigneter Mikrometer-Einrichtung.

Die am hinteren Theile der Camera befindliche Mikrometerschraube (*P*) besteht aus einer mit dem Schraubenkopfe fest verbundenen Mutter, die somit in ihrer Lage nicht vor- oder rückwärts beweglich, sondern nur um ihren Mittelpunkt drehbar ist. In dieser Mutter läuft die Spindel der Mikrometersschraube, die ihrerseits mit dem Hebel (*R*) durch eine geeignet lange Stange in Verbindung steht.

Dieser Hebel (*R*), drehbar um die auf Stange *H* mittelst eines Ringes befestigte Axe (*S*), greift in den Cylinder (*Z*) ein und überträgt somit jede Bewegung nicht nur auf diesen Cylinder, sondern auf den mit dem Cylinder fest verbundenen Objecttisch und hierdurch auch auf das ganze Beleuchtungssystem. Der Hebel wird durch Rechtsdrehen der Mikrometerschraube von der Stange (*Q*) angezogen und entfernt somit das ganze, aus Objecttisch, Condensor und dem übrigen Beleuchtungsapparat bestehende System gleichmässig vom Objective. Ein Todtgehen der Schraube ist durch die auf den Stangen *HH* befindlichen Spiralfedern ausgeschlossen.

Das jedwede Neigung und Schiefstellung des Apparates ermöglichende parallaktische Gestell verdient besondere Beachtung:

Ein sehr fester, massiver Dreifuss trägt ein hoch und nieder zu stellendes Prisma (2), in dessen oberem runden Ende ein starker Zapfen

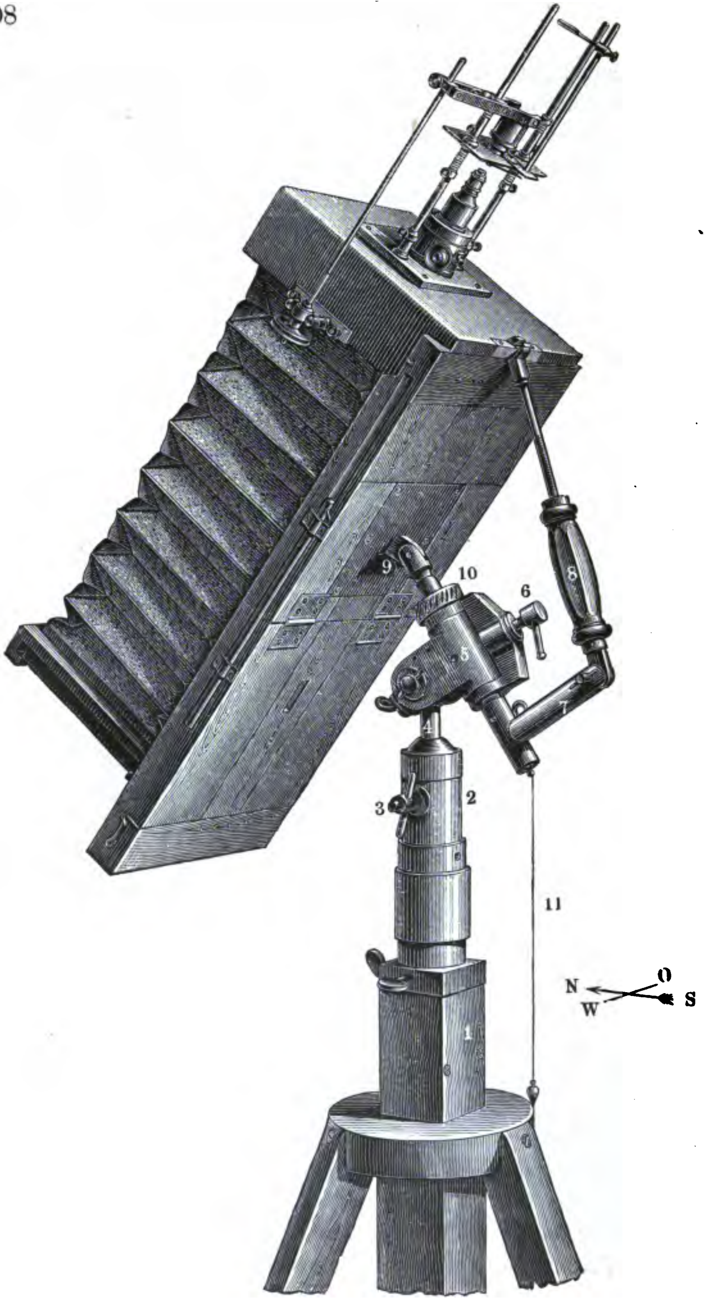


Fig. 38.

(4) fest einzustellen ist. Mit letzterem ist durch ein sehr kräftiges Scharnier ein massiver, seiner Länge nach durchbohrter Träger (5) verbunden, in dessen Durchbohrung, durch eine Klemme (6) fixirbar, ein starker stählerner, an seinem oberen Ende mittelst Scharnier (9) die Camera tragender Cylinder steckt. Dieser Cylinder ist durch ein mit ihm festverbundenes Zahnrad (10), in welches eine auf dem Verbindungsstück (5) gelagerte endlose Schraube (die in der Zeichnung der Uebersichtlichkeit halber fortgelassen ist) eingreift, um seine Längsaxe drehbar. Auf das untere, aus dem Verbindungsstücke (5) hervorstehende Ende des stählernen Cylinders ist eine Hülse aufgesteckt, die einen Querarm (7) und, mit diesem durch ein Scharnier verbunden, eine lange, mit Handgriff versehene Schraubenmutter (8) trägt. Durch Drehung dieser Mutter wird eine entsprechende längere Spindel auf- und abbewegt, die, an dem vorderen Theil der Camera befestigt, diesen auf und nieder bewegt, und somit den ganzen Apparat um die Axe 9 dreht. — Wird der Apparat nun am Morgen so aufgestellt, dass die Axe des Stahlcylinders mit der Weltaxe parallel läuft, so kann man, nachdem man ihn einmal nach der Sonne gerichtet hat, durch die archimedische Schraube den Trieb (10) stets so bewegen, dass der Apparat, um die parallaktische Axe sich drehend, der Sonne folgt und man sehr selten mittelst der Schraube 8 nachzudrehen braucht. —

Soll der Apparat als verticalstehender Apparat benutzt werden, so wird der parallaktische Theil entfernt und an Stelle von 4 direct der an 9 befestigte Stahlcylinder in das Prisma (2) gesetzt, im übrigen aber der Beleuchtungsapparat in eine der oben erwähnten Anordnungen gebracht. —

d) Woodward's Zimmerapparat.

Zum Schluss soll noch der Anordnung des mikrophotographischen Apparates, wie ihn der Colonel Mr. Woodward benutzt, gedacht werden. Sie kann eigentlich kaum mehr zu den Apparaten im engeren Sinne des Wortes gerechnet werden, da von einer Camera nicht mehr die Rede ist, verdient aber ihrer Eigenthümlichkeit wegen Erwähnung. — Bei derselben ist unter Wegfall der eigentlichen Camera das Operationszimmer statt letzterer benutzt und zwar derart, dass beide Fenster durch lichtdicht schliessende Laden verdeckt sind. In dem einen der Fensterladen sind gelbe,

oder besser rothe Scheiben eingesetzt, um auf die Platten nicht wirksames Licht in den Raum zu lassen, so dass ein Sichbewegen und Hantiren in demselben möglich ist. In dem anderen Fensterladen ist eine Spiegelscheibe eingefügt, vor der ein Planspiegel Aufstellung findet, der vom Innern des Operationszimmers durch Schnüre oder aber durch einen Heliostaten derartig regulirt wird, dass er das Sonnenlicht stets in einer und derselben Richtung in das Zimmer reflectirt. Die mit der Spiegelscheibe geschlossene Oeffnung des Fensters ist durch eine undurchsichtige Platte, welche in mitt-

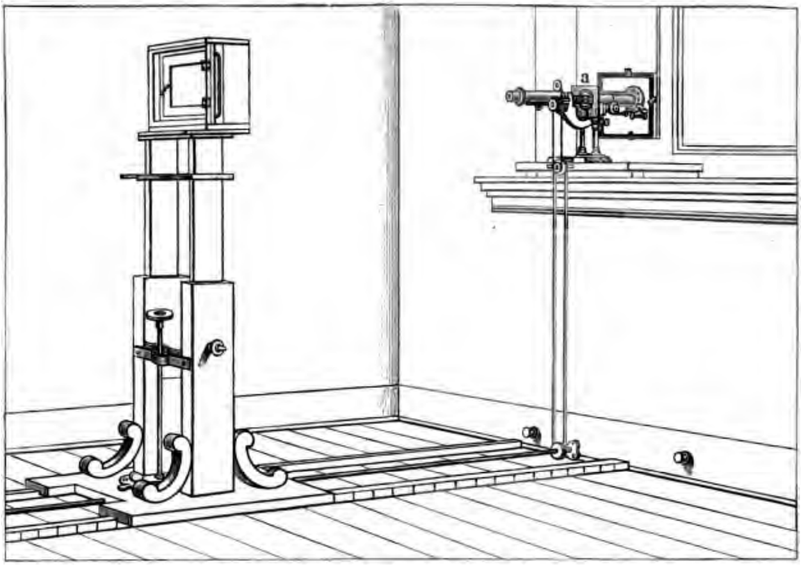


Fig. 39.

lerer Durchbohrung eine die vom Spiegel kommenden Lichtstrahlen concentrirende Sammellinse trägt, verschlossen. — Diese Sammellinse ist durch einen innen geschwärzten Tubus lichtdicht mit den übrigen Beleuchtungsapparaten (Condensor etc.) des auf dem Fensterbrett ruhenden Mikroskops verbunden und beleuchtet so nur die auf dem Objecttisch befindlichen Präparate. Der Tubus des umgelegten Mikroskopes ragt wagerecht frei in das Zimmer hinein.

Durch das Zimmer laufen, von der Fenster- und der Hinterwand getragen, fast am Boden, zwei feste Schienen, auf denen

sich der zum Auffangen des vom Objectiv entworfenen, vergrösserten Bildes bestimmte Apparat hin und her schieben lässt.

Derselbe besteht aus einem, auf den besagten beiden Schienen laufenden Holzgestell, das sich hoch und niedrig stellen lässt und auf seinem Tische die matte Scheibe, resp. die Cassette, in einer zur optischen Axe des Mikroskopes senkrechten Lage trägt. Da die Schienenführung mit der optischen Axe parallel läuft, wird auch die Scheibe oder Cassette stets senkrecht zur optischen Axe beim Hin- und Herschieben des Tisches bleiben. —

Zwischen den beiden Leitschienen läuft, in paralleler Richtung, eine leicht drehbare stählerne Axe, die an dem unter dem Mikroskope liegenden Ende eine mit Rille versehene, kreisrunde Scheibe trägt und durch eine in dieser Rille laufende Schnur einer gleichen Scheibe, welche an dem das Mikroskop tragenden Grundbrett befestigt ist, ihre eigene Drehung mittheilt.

Diese Drehung wird dann weiter durch einen Schnurlauf und eine mit der letzten Scheibe in der Axe fest verbundene dritte Scheibe auf die Mikrometerschraube des Mikroskopes übertragen.

Auf der zwischen den Schienen laufenden stählernen Axe ist nun eine Längsnute eingeschnitten, in welcher mit entsprechender Nase ein conisches Rad hin und her gleitet; in dieses Rad greift ein zweites, auf der verticalen, mit dem erwähnten Holzgestell verbundenen Axe befestigtes Rad ein und nimmt dasselbe durch eine am Untertheile des Gestelles befestigte Führung stets mit sich. — Die am Gestell befestigte Verticalaxe trägt an ihrem oberen Ende einen Knopf, durch dessen Drehung, die sich auf die conischen Räder, die Stahlaxe und von da auf die Mikrometerschraube des Mikroskopes überträgt, die Scharfeinstellung des Objectes geschieht. — Die Anwendung des Apparates erhellt von selbst und es sei nur noch erwähnt, dass derselbe, da er nicht auf dem doch häufig schwankenden und kleine Erschütterungen wiedergebenden Fussboden, sondern auf den festen, massiven Hauptwänden des Hauses ruht, sehr gute Bilder liefern muss und geliefert hat. —

An Stelle des Oculars verwendet Woodward eine achromatische, nach seinen Angaben von Tolles in Boston geschliffene Concavlinse, welche, für chemische Strahlen corrigirt, die erhaltene Vergrösserung erheblich steigern lässt, und ein mit dem sichtbaren Bilde übereinstimmendes, auf der sensibilisirten Platte sich scharf zeichnendes Bild liefert; diese Concavlinse nennt er „Amplifier“ und es bietet

dieselbe für die Mikrophotographie den Vortheil, dass sie auch bei Objectiven ohne Correctionsfassung jeden beliebigen Bildabstand zulässt, was sonst ohne erhebliche Verschlechterung der Bilder durch sphärische Aberration nicht möglich wäre, da die bei der festen Fassung vorhandene Correction gerade nur für einen und ganz bestimmten Bildabstand justirt ist. — Die Anwendung des Amplifiers ist dieselbe, wie die der Zeiss'schen Projectionsoculare (siehe unten: e) die Focusdifferenz und ihre Abhülfe).

3. Die bei allen Apparaten sich wiederholenden Operationen und die dazu nöthigen Apparate.

In den sämmtlichen bisher gegebenen Beschreibungen der Construction und Anwendung der einzelnen verschiedenen grossen und kleinen mikrophotographischen Apparate haben wir stets nur die Eigenthümlichkeiten und Sonderheiten jedes einzelnen gegeben, die sich bei allen Apparaten wiederholenden, oder wenigstens bei allen Apparaten anzubringenden und zu ihrem Gebrauch nothwendigen Theile jedoch nur angedeutet.

Es geschah dies deshalb, weil wir alle diese Einrichtungen zusammen eingehend erörtern wollten, da sie bei jedem der genannten Apparate zur Benutzung kommen können und sich immer in verschiedenen Variationen zur Erreichung desselben Zweckes wiederholen. —

Zunächst ist hier die Einrichtung der Camera und der Cassetten zu erwähnen:

a) Camera-Einrichtung.

Die Camera, welche aus einem zumeist würfelförmigen oder prismatischen Kasten, der mit dem ausziehbaren Balge nach dem Mikroskope hin verbunden ist, besteht, trägt an der entgegengesetzten Endfläche einen zur Aufnahme der matten Scheibe und Cassette geeigneten Falz. Derselbe muss derartig gefertigt sein, dass er, nach dem Einschieben der entsprechenden Stücke, einen lichtdichten Schluss bewirkt, und es wird dies am besten dadurch erreicht, dass die den einzuschiebenden Theilen zugekehrte Seite mit weichem Filz belegt ist, der sich fest und dicht an die Flächen der betreffenden Theile anpresst. —

An dem Laufbrett, auf welchem die Camera läuft, oder an den dieselbe leitenden Schienen ist füglich eine genaue Theilung angebracht, auf welcher ein mit der Camera fest verbundener Index spielt und somit stets die Entfernung der matten Scheibe von dem Objective controlliren lässt. Der Zweck und Werth einer solchen Einrichtung ist oben (S. 94) des Näheren beleuchtet. —

An ihrer einen Seite trägt die Camera am besten eine Klappthür, welche auf der dem Einschub zugekehrten Seite um Scharniere drehbar ist und durch einen Wirbel festgeschlossen werden kann. —

Einmal gestattet eine solche Thür ein leichtes und bequemes Säubern des Innern der Camera und dann lässt sie ein Einsetzen und Herausnehmen, sowie Verschieben der Oculare im Tubus bei Weitem bequemer zu, als wenn man, nach Entfernung der matten Scheibe, von oben in die Camera hineingreifen muss. —

Einen dritten und nicht minder grossen Vortheil gewährt, wie wir an der betreffenden Stelle sehen werden, diese Seitenthür der Camera endlich noch für die Einstellung des Bildes.

Für alle diejenigen, welche vielfache stereoskopische Aufnahmen mit der Benecke'schen oder G. Fritsche'schen Wippe zu machen haben, ist noch die folgende Einrichtung der Camera zu empfehlen, die im Uebrigen an der Verwendbarkeit des Apparates für alle übrigen Zwecke Nichts ändert.

Wenn nämlich das zu photographirende Object in seiner Lage zur optischen Axe des Mikroskopes und des ganzen mikrophotographischen Apparates nicht genau senkrecht steht, sondern einen Winkel bildet, so wird das Luftbild desselben ebenfalls nicht in einer zur optischen Axe senkrechten Ebene, welcher die matte Scheibe für gewöhnlich entspricht, liegen, sondern mehr oder weniger geneigt sein. Um also auf der matten Scheibe ein Bild zu erhalten, welches auf beiden Seiten des Mittelpunktes scharf einsteht, ist es erforderlich, dieselbe gegen die Axe zu neigen; dies hat man durch Anwendung folgenden Apparates möglich gemacht:

Auf der Camera sitzt der zum Einschieben der Cassette etc. dienende Rahmen nicht fest und wagerecht auf, er hat vielmehr an zwei gegenüberliegenden Seiten in ihrem Mittelpunkte zwei kleine Axen, welche sich in an der Camera befestigten Lagern drehen. Von diesen Axenpunkten aus verjüngen sich nun die Wände des erwähnten Rahmen derartig nach den Seiten hin, dass der Rahmen um

die Axen nach beiden Seiten hin umgewippt werden kann (s. Fig. 40). Statt den Rahmen nach den Seiten hin zu verjüngen, kann man natürlich eben so gut auch den dem Rahmen zugekehrten Theil der Camera von der Axe her dachförmig abfallen lassen, während der Rahmen dann gleich stark in allen seinen Theilen bleibt (s. Fig. 41). Der Rahmen ist durch eine in eine Führung (F) greifende Schraube (S) zu fixiren; die Grösse der Neigung des Rahmens wird an einer seitlich angebrachten Kreistheilung mit darüber beweglichem Index festgestellt und so für jeden speciellen Fall ermittelt. — —



Fig. 40.

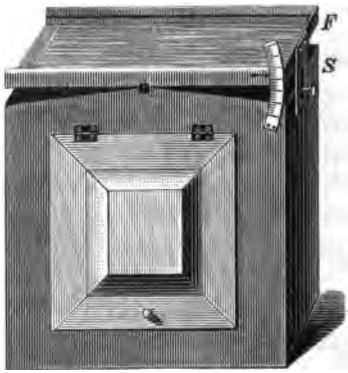


Fig. 41.

b) Cassetten-Einrichtung.

Die Einrichtung der Cassetten ist bei mikrophotographischen Aufnahmen keine besondere, sondern deckt sich mit der bei gewöhnlichen Aufnahmen gebräuchlichen. Die Cassetten bestehen aus einem, an Stelle des die matte Scheibe tragenden Rahmens zu setzenden, gleichen Rahmen, der auf seiner dem Objecte zugekehrten Seite den Schieber und auf der Hinterseite eine zum Einlegen der Platten dienende Thür hat.

Die Platten liegen mit ihrer Bildseite gegen in dem Rahmen befindliche Eckstücke an und werden in dieser Stellung durch eine auf der Innenseite der Cassettenthür befindliche Feder nach Schluss der Thür festgedrückt. Für stereoskopische Aufnahmen eignen sich für zweimalige Aufnahmen gefertigte Cassetten, welche, in der Kammerführung entsprechend weiter geführt, zwei Bilder nebeneinander auf ein und derselben Platte geben (siehe auch S. 91). —

Die Seite der Eckenstücke, an welcher die vordere, sensibilisirte Seite der Platte anliegt, muss natürlich genau an derselben Stelle im Apparate stehen, wo sich die matte Seite der Glasscheibe beim Einstellen befindet.

Je nach dem Ausziehen der Camera oder der Anwendung eines mehr oder weniger starken Oculars wächst auch der Durchmesser des zu fixirenden Bildes und es werden deshalb die Randtheile der die Cassette ausfüllenden Platten, die bei den starken Vergrösserungen meist ganz vom Bilde eingenommen werden, bei Anwendung schwächerer Objective oder bei geringerem Auszug der Balgcamera unbenutzt neben dem Bilde bleiben. Aus diesem Grunde hat man nun, um nicht unnütz grosse Platten verwenden zu müssen, für die grösseren Cassetten passende Einsätze construirt; dieselben passen schachtelförmig ineinander und folgen in ihrer Reihenfolge den allgemein üblichen Plattengrössen bis zum kleinsten Format. — Die Lage der in den einzelnen Einsätzen befindlichen Eckstücke ist selbstverständlich eine solche, dass sie sämmtlich in ein und derselben, mit der Vorderfläche der matten Scheibe correspondirenden Ebene liegen. —

Nicht oft genug kann darauf hingewiesen werden, dass man jede helle Stelle an der Rückwand der Cassetten auf's Peinlichste vermeiden muss. Durch die Gelatineschicht dringen, wie viele Forscher constatirt haben[1]), solche Strahlen, welche chemisch noch wirksam sind und deshalb wird, wenn die hinter der Platte liegende Cassettenwand nicht vollständig durch Schwärzung gegen Reflexion gesichert ist, die Platte durch Reflex dieser Strahlen leicht verschleiert und trübe. —

Ebenso schädlich wirkt auf die Bilder solches, nicht zum Bilde selbst gehöriges Licht, welches von den inneren Theilen des Mikroskoptubus reflectirt wird. Durch das Ein- und Ausschieben der Oculare in den Tubus wird nämlich die innere Fläche desselben blank gescheuert, reflectirt die von dem Objectiv kommenden Lichtstrahlen und erzeugt hierdurch auf dem Bilde ring- und halbkreisförmige helle, oft recht störende Flecken; solche Flecken können natürlich nur dann entstehen, wenn man, ohne Ocular, nur mit dem Objectiv arbeitet, bei Anwendung des Oculares wird das Nebenlicht durch die in den Ocularen befindliche Blende abgehalten.

[1]) Siehe auch S. 53 Mr. Chardonnet's Versuche!

Zur Vermeidung solcher Reflexe schiebt man entweder in den Tubus eine passende Blende ein oder setzt sie auf das Ende desselben kappenförmig auf, oder man schiebt in den oberen Theil des Tubus einen denselben nach innen auskleidenden Cylinder von schwarzem Papier oder Sammet; letztere Methode ist sehr bequem und zuverlässig. —

c) Lichtdichte Tubusverbindung.

Nächst der Cameraconstruction kommt bei allen Apparaten, welche kein besonderes Mikroskop haben, sondern durch Einschaltung des Beobachtungsmikroskopes hergestellt sind, gleichmässig die lichtdichte Verbindung des oberen Tubus des Mikroskopes mit der Camera in Betracht. Es ist zu berücksichtigen, dass diese Verbindung eine solche sein muss, welche eine Hin- und Herbewegung des mit dem Objectiv verbundenen verstellbaren Mikroskoptubus gegen die feststehende Stirnwand der Camera gestattet. — Zur Erreichung dieses Zweckes sind sehr verschiedene Vorschläge gemacht worden:

Einmal befestigt man an den Tubus einen aus lichtdichtem Zeuge (Tuch) gefertigten, ärmelartigen Hohlcylinder und zieht denselben über einen ebenfalls tubusartigen, aus der Stirnwand der Camera hervorragenden Ansatz. Die Befestigung an beiden Tuben geschieht mittelst eines elastischen Gummiringes oder eines straff angezogenen Bindfadens.

Schippang, Seibert und Andere stellen diese Verbindung mittelst eines in den Tubus des Mikroskopes passenden Rohres her, das, um die nöthige Beweglichkeit zu haben, mit dem Balg der Camera durch einen kleinen Balg verbunden ist. —

Zeiss empfiehlt für denselben Zweck Folgendes: Die Camera endigt nach dem Mikroskop zu in einen langen Messingtrichter, welcher eine durch Zahn und Trieb herausschiebbare Messinghülse trägt und leicht herausgenommen werden kann. An dem Tubus des Mikroskopes befindet sich eine kapselartige Doppelhülse, in welche die erwähnte, am Objectivbrett befestigte Hülse genau, aber ohne Reibung sich einschieben lässt und so nach beistehender Skizze den lichtdichten Verschluss ermöglicht (Fig. 42).

Verfasser endlich benutzt zum Verschluss dicken, weichen Filz, wie solcher von den Pianofortefabrikanten zur Polsterung der Mechanik angewandt wird, in folgender Weise:

In die mit Schraubengewinde versehene Objectivöffnung der Camera wird ein genau passender, mit entsprechendem Gewinde versehener Ring eingeschraubt. Dieser Ring trägt an seiner unteren Seite eine lichtdicht schliessende, mittelst Schrauben und eines zweiten Ringes lichtdicht befestigte Filzscheibe, welche wiederum in ihrer Mitte ein kreisrundes Loch von solcher Grösse hat, dass der Tubus des Mikroskopes mit starker Reibung hindurchgeht. Da der Filz eine Stärke von über $^1/_2$ cm hat und sehr weich ist, so

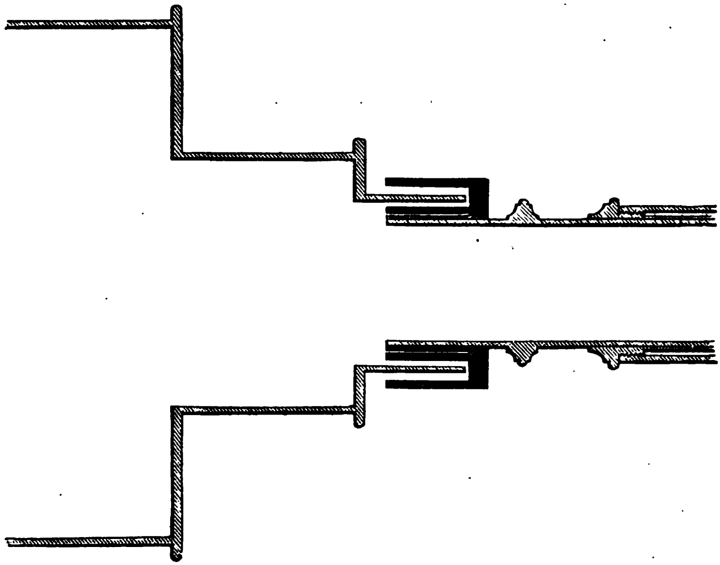


Fig. 42.

schliesst er sich fest an den Tubus an, und lässt dem Letzteren freie Auf- und Abbewegung, ohne dass dadurch der lichtdichte Verschluss auch nur im Geringsten beeinträchtigt wird. Verfasser hat einen derartigen Verschluss seit ca. 4 Jahren im Gebrauch, der sich sehr gut gehalten hat und noch immer vollkommen gut und gebrauchsfähig ist. —

d) Einstellung des Bildes.

Ist Camera und Mikroskop gut und lichtdicht verbunden, so kommt es vor Allem darauf an, das auf der matten Scheibe ent-

worfene Bild möglichst scharf und genau einzustellen. — Hierzu bedient man sich nun verschiedener Mittel:

Wenn das Bild genügend lichtstark ist, so wird man es auf der mattirten Scheibe sehr gut und genügend scharf sehen können, vorausgesetzt natürlich, dass die Körnung der Scheibe entsprechend fein genug ist. Man wird übrigens die Sichtbarkeit der Details noch sehr erheblich dadurch heben und erhöhen können, wenn man mittelst eines feinen Läppchens die matte Seite der Scheibe mit Vaseline überreibt. —

An Stelle der matten Scheibe kann man sehr wohl auch eine auf der einen Seite mit möglichst glattem, feinem weissen Papier beklebte Glasscheibe setzen und zwar so, dass das Papier nach dem Inneren der Camera gekehrt ist, während von hinten auf die weisse Fläche fallendes Licht durch eine dunkle, auf die Rückseite des Glases aufgeklebte Scheibe von Papier abgehalten wird, da es stark störend wirken würde. —

Man beobachtet dann das Bild von unten, resp. von der Seite her, durch die in der Camera seitlich angebrachte Thür, die man durch einen eingesteckten Stab halb offen erhält, während man Camera und Kopf mit einem Tuche zur Abhaltung fremden Lichts umhüllt hält. —

Genügen diese beiden Einstellungsarten bei starkem Lichte und schwachen Vergrösserungen vollkommen, so werden sie da, wo das entworfene Bild wegen der Stärke der Vergrösserung oder der Schwäche der angewandten Lichtquelle nur lichtschwach ist, nicht mehr ausreichen. — Dasselbe wird bei Verdunkelung des sichtbaren Bildes durch Einschaltung farbiger Gläser oder Lösungen eintreten.

In allen diesen Fällen kann man dann noch ein sehr hell und deutlich sichtbares Bild dadurch erzeugen, dass man, unter Weglassung der matten Scheibe, das in der Ebene derselben entworfene Luftbild dem Beobachter sichtbar macht, und zwar indem man es mittelst einer schwach vergrössernden Lupe betrachtet. —

Es ist unmittelbar klar, dass wenn das Bild auf der matten Scheibe scharf eingestellt ist und man auf die vordere matte Seite dieser Scheibe nun eine Lupe derart scharf einstellt, dass man die Körnung derselben deutlich und klar sieht, man nun nach Entfernung der matten Scheibe, wenn die Lupe in ihrer Stellung nicht verändert wird, das Bild mit gleicher Schärfe wahrnehmen muss;

es ist eben an die Stelle des sichtbar gemachten Bildes das in gleicher Ebene liegende Luftbild getreten. —

Man erreicht diesen Effect nun auf zwei Weisen: Einmal, wenn man, gemäss den Angaben von Benecke, eine starke achromatische und aplanatische Lupe mit grossem Gesichtsfelde über der centralen Oeffnung eines rechteckigen dünnen Holz- oder Metalltäfelchens, dessen lange Seite der Breite der matten Scheibe gleich ist, in solcher Stellung befestigt, dass sie für die Ebene, auf welcher das Holztäfelchen aufgesetzt wird, scharf einsteht. Stellt man nun die Lupe an Stelle der matten Scheibe in den Rahmen derselben, so dass sie auf den Rändern aufliegt, so liegt natürlich jedes für die Lupe scharf eingestellte Bild genau in der Ebene der lichtempfindlichen Schicht. Durch die Schmalheit des Täfelchens wird es möglich, dasselbe über das Gesichtsfeld hinweg zu führen und verschiedene Theile desselben zu beobachten. — —

Eine zweite Methode zur Erreichung desselben Zieles ist die, dass man die matte Scheibe durch eine Spiegelglasscheibe ersetzt, auf deren der Camera zugekehrten Seite sich ein mit Diamant eingeritztes Kreuz befindet. Man stellt nun eine einfache dreibeinige Lupe durch Einschrauben oder Verkürzen der Füsse derart ein, dass man das Kreuz durch die Spiegelglasplatte hindurch scharf sieht. —

Beobachtet man nun gleichzeitig mit der Lupe das von dem Objectiv entworfene Bild und regulirt durch die Mikrometerschraube so lange, bis man auch dieses Bild gleichmässig scharf mit dem Kreuz sieht, so fällt die Ebene des vom Objectiv entworfenen Bildes mit der der vorderen Glasfläche zusammen, oder, was dasselbe sagen will, mit derjenigen Ebene, in welche beim Einsetzen der Cassette die sensibilisirte Schicht zu liegen kommt.

Man thut gut, vor dieser feineren endgiltigen Einstellung die grobe Einstellung, so gut wie angänglich, mittelst der matten Scheibe vorzunehmen, weil, besonders wenn das Licht noch etwas stark ist, das Auge sehr bald durch die Beobachtung mit der Lupe zu sehr angestrengt und dadurch für Feinheiten unempfindlich gemacht wird.

e) Die Focusdifferenz und ihre Abhülfe.

Hat man auf die eine oder die andere Weise das Bild in genügender Schärfe eingestellt, so kann man noch nicht ohne weiteres,

besonders bei stärkeren Objectiven, zur Aufnahme schreiten; es würde sonst das Bild, trotz der besten Scharfeinstellung, meist unscharf und ungenau in seinen Conturen ausfallen. Der Grund hierfür liegt im Folgenden:

Beim Durchgang durch die Linsen des Objectives oder der Oculare erfahren die Lichtstrahlen eine Ablenkung von ihrem Wege, sie werden gebrochen. Diese Brechung ist nun aber nicht für die verschiedenen Farben eine gleichstarke, vielmehr werden, wie dies deutlich das durch Brechung im Prisma erhaltene Spectrum des weissen Lichtes zeigt, die rothen Lichtstrahlen am schwächsten, die violetten am stärksteu gebrochen; zwischen ihnen liegen in Bezug auf Stärke der Brechung die übrigen Farben der Reihenfolge nach, wie sie im Spectrum vorkommen.

Das weisse Licht, bei dem wir gewöhnlich zu mikroskopiren gewöhnt sind, besteht nun aber aus den sämmtlichen einzelnen Farben, und auch das Licht der künstlichen Lichtquellen ist stets aus diesen Farben, wenn auch in etwas wechselndem quantitativen Verhältniss der Farben zu einander, zusammengesetzt. Aus diesem Grunde werden uns stets die mit einem Linsensystem, das aus einer Sorte Glas gefertigt ist, entworfenen Bilder mit farbigem Rande umgeben erscheinen, und zwar mit rothen innen, aussen violetten, wenn wir von der Linse aus uns über den Brennpunkt des weissen Lichtes entfernen, umgekehrt roth aussen, violett innen, wenn wir uns der Linse mehr nähern. Um diesen Uebelstand zu heben, hat man nun sogenannte achromatische Systeme construirt, welche durch gleichzeitige Anwendung zweier Glassorten von verschiedener Farbenzerstreuungskraft[1]), bei gleichem mittlerem Brechungsvermögen, Bilder ohne farbige Ränder liefern.

Liefern nun auch diese Objective und Ocularsysteme bei der mikroskopischen Beobachtung klare, von Farbenrändern freie Bilder, da sie für auf das Auge besonders wirksame Strahlen corrigirt und achromatisirt sind, so liegt die Sache für die photographische Aufnahme doch ganz wesentlich anders. —

Diejenigen Strahlen, welche durch ihre Reaction auf die Netzhaut die Erzeugung des Bildes bedingen, haben eine wesentlich

[1]) Flint- und Crown-Glas. Für die Details müssen wir auf die physikalischen Lehrbücher verweisen, da diese Auseinandersetzung an diesem Orte zu weit führen würde.

andere Zusammensetzung als die Strahlen, welche auf der sensibilisirten Platte das Bild hervorrufen. Während am energischsten auf das Auge die gelben Strahlen wirken, ist die grösste chemische Wirkung bei den violetten Strahlen und noch darüber hinaus zu verzeichnen. Am besten ist dies durch die photographische Aufnahme des Spectrums ersichtlich, welche die stärkste Wirkung im Violett und darüber hinaus, in dem für das Auge nicht mehr sichtbaren Theile des Spectrums, zeigt, während gerade der für unser Auge hellste Theil des Spectrums, das Gelb, fast keine Wirkung auf die sensibilisirte Schicht mehr ausübt.

Es wird hierdurch klar, dass, da die Achromate für die auf das Auge wirkenden gelben und rothen Strahlen corrigirt sind, sie für die weit stärker brechbaren, chemisch am meisten wirksamen Strahlen einen anderen Brennpunkt haben müssen als den für gelbe und rothe Strahlen, und dass deshalb ein mit dem Auge bei weissem Lichte eingestelltes Bild nicht in derselben Ebene liegt wie dasjenige für die actinischen Strahlen; letzteres Bild würde daher bei der Aufnahme stets unscharf und verschwommen ausfallen. —

Am leichtesten würde man diesen Fehler dadurch heben können, dass man solche Systeme construirt, die ein für die actinischen Strahlen und auch die auf das Auge wirkenden Strahlen corrigirtes Bild liefern. In dieser Richtung haben in Amerika zunächst W. Wales-Fort Lee, New Jersey entsprechende Oculare nach den Angaben Rutheford's und Woodward's gearbeitet und sehr gute Resultate erzielt. In Deutschland werden solche Systeme in neuester Zeit von Zeiss-Jena mit Anwendung neuer, von der Firma Schott & Gen. gefertigter, Glasarten unter dem Namen „Apochromatobjective" hergestellt. Bei ihnen wird die secundäre Farbenabweichung und die sphärische Aberration[1]) gleichmässig für das Licht der verschiedenen Farben beseitigt und sie gewähren daher eine vollkommene Lichtconcentration im Bilde und zeigen ein mit dem von chemisch wirksamen Strahlen entworfenen Bilde zusammenfallendes, sichtbares Bild. Sie gestatten eine Reihe sehr verschiedener Vergrösserungen mit ein und demselben Objectiv und liefern im ganzen Gesichtsfeld gleichmässig farbenreiche Bilder. Die sphärische Aberration ist so weit wie möglich bei diesen Objectiven zurückgedrängt und sind deshalb die von ihnen erzeugten Bilder, fast bis zum Rande hin, durch die ganze Bildfläche, gleichmässig

[1]) Siehe Catalog von Zeiss-Jena. 1886, S. 3.

scharf. — Die homogenen Immersionssysteme dieser Art werden, um eine Beeinträchtigung der Feinheit der Correction (siehe auch oben S. 79) durch Veränderung der Linsendistanz zu vermeiden, in neuester Zeit wieder nur in fester Fassung geliefert, während die stärkeren Trockenlinsen und die Wasser-Immersionen mit Correctionsfassung versehen sind. —

Zu diesen Objectiven liefert die genannte Firma entsprechende Oculare unter der Bezeichnung „Projectionsoculare", die, in den Tubus des Mikroskopes eingeschoben, die beim Anwenden der gewöhnlichen Oculare oder des „Amplifiers" von Woodward eintretenden Uebelstände für die Mikrophotographie beseitigen sollen. —

Sie bestehen aus einem Collectivglas und einem zusammengesetzten Linsensystem, welches nach Art der eben beschriebenen apochromatischen Objective sehr sorgfältig sphärisch und achromatisch corrigirt, namentlich frei von secundärer Farbenabweichung und von einer Focusdifferenz zwischen für das Auge wirksamen und actinischen Strahlen ist. Zwischen Collectiv und dem System ist eine das Bildfeld begrenzende Blende eingeschaltet, der das System mehr oder weniger genähert werden kann.

Die Anwendung ist folgende: Das in seiner Form den gewöhnlichen Ocularen ähnliche Projectionsocular wird in den Tubus des Mikroskopes gesetzt und alsdann sein auf die matte Scheibe projicirtes Bild so eingestellt, dass der Rand der Blende scharf einsteht; je geringer der Abstand der matten Scheibe, desto stärker muss hierbei natürlich die Projectionslinse herausgedreht werden. Ist dies geschehen, so stellt man das Bild wie gewöhnlich scharf ein. —

Diese Oculare liefern scharfe und gleichmässig helle Bilder; sie können auch ausser zu den Apochromatobjectiven, für die sie eigentlich bestimmt sind, bei allen anderen achromatischen Objectiven grösserer Apertur Verwendung finden und schliessen dann auch hier selbstverständlich dieselben Vortheile in sich. —

Der Amplifier, wie er von Woodward vorgeschlagen ist[1]) und welcher bei den Linsensystemen ohne Correctionsfassung (homogene Immersion) es dennoch möglich macht, sie auch bei jedem beliebigen Bildabstand und dadurch bedingter Aenderung der Vergrösserung anzuwenden, soll durch diese Projectionsoculare von Zeiss ersetzt werden. —

---

[1]) Siehe S. 111.

Dieselben werden je nach der Tubuslänge für Vergrösserungen von 2 und 4 (für den 160 mm Tubus) und 3 und 6 (für den 250 mm Tubus) gefertigt. — Kann man sich durch Anwendung dieser Oculare in vielen Fällen über die vom Objectiv hervorgebrachte Focusdifferenz hinweghelfen, so ist es doch da nicht möglich, wo man ohne Ocular arbeitet und es müssten hier eben die Apochromatobjective benutzt werden (S. 121).

Leider haben dieselben aber, wie dies durch die grosse Vorzüglichkeit ihrer Construction bedingt ist, einen sehr hohen Preis[1]), und werden aus diesem Grunde nur in verhältnissmässig seltenen Fällen angeschafft werden können.

Die Kostspieligkeit solcher Linsen würde deshalb der Weiterverbreitung der Mikrophotographie sehr hindernd in den Weg treten, wenn es nicht möglich wäre, auch mit den gewöhnlichen Objectiven und Ocularen gute Bilder unter Umgehung der Focusdifferenz zu erhalten. —

Man hat dies Ziel denn auch in vollkommener Weise, auf verschiedenen Wegen zu erreichen gesucht und wirklich erreicht.

Zur Ermittelung der Grösse der Focusdifferenz — und diese Grösse muss man selbstverständlich genau kennen, wenn man dem Fehler abhelfen will — giebt es zwei bequeme Wege: Einmal kann man zuerst das Object auf der matten Scheibe oder nach einer anderen der beschriebenen Methoden in weissem Lichte einstellen und fügt dann in den Weg des Lichtes eine nur die blauen, chemisch wirksamen Strahlen durchlassende Lösung von Kupferoxydammoniak ein. Das vorher scharf eingestellte Bild wird nun, wenn eine Focusdifferenz überhaupt vorhanden ist, nicht mehr scharf erscheinen, sondern erst wieder scharf werden, wenn man entweder durch Drehen des Mikrometers einstellt, oder durch Bewegung der matten Scheibe, resp. der Hinterseite der Camera dasselbe erreicht hat.

Andererseits kann man, nach H. W. Vogel, zur Ermittelung der Grösse der Focusdifferenz (allerdings nur bei nicht zu starken Vergrösserungen empfiehlt sich dieser Weg) auf den Objecttisch des Mikroskopes eine aus mehreren Zeilen bestehende, verkleinerte Photographie eines Schriftsatzes (Taubendepesche oder dergleichen) oder bei

[1]) Die Objective kosten: Trockensysteme: 190—220 M., Wasserimmersion: 300 M., homogene Immersion: 450—550 M.

stärkeren Objectiven ein möglichst in Hundertstel Millimeter getheiltes Mikrometer[1]) derart legen, dass das Object nicht genau horizontale, sondern schräge Lage hat, und zwar so, dass die Neigungslinie senkrecht zu der Längsrichtung der Zeilen oder der Theilstriche steht. Stellt man nun auf eine bestimmte Zeile oder Linie ein, so wird dieselbe ihrer ganzen Länge nach scharf erscheinen, während die anderen Linien desto unschärfer werden, je mehr sie von der scharf einstehenden Linie entfernt sind. Wird nun, ohne an der Einstellung das Geringste zu ändern, eine photographische Aufnahme gemacht, so wird auf dem erzeugten Bilde, wenn Focusdifferenz vorhanden ist, nicht die ursprünglich scharf eingestellte Zeile oder Linie, sondern eine andere scharf gezeichnet sein, und zwar eine um so weiter von der erstbezeichneten Linie entfernte, je grösser die Focusdifferenz ist. —

Es wird nun, um diese auf dem photographischen Bilde scharf gezeichnete Linie auch auf der wieder an ihre Stelle gebrachten matten Scheibe scharf einzustellen, einer ganz bestimmten Drehung der Mikrometerschraube oder Aenderung der Scheibendistanz bedürfen. — Diese Aenderung giebt die Grösse der Focusdifferenz.

Für grössere Focusdifferenzen muss man natürlich das Object schiefer legen, als für ganz schwache; für ersteren Fall wendet man deshalb eine stärkere Pappe, für letzteren ein dünnes Blättchen Papier zum Unterlegen auf der einen Seite des Objectes an. —

Hat man auf die eine oder andere Weise das Vorhandensein und die Grösse der Focusdifferenz constatirt, so kann man dieselbe nach aus diesen Bestimmungsmethoden sozusagen von selbst resultirenden Methoden corrigiren.

Man hat nur nöthig, die bei den eben beschriebenen Versuchen gefundene Differenz zwischen den jeweiligen Stellungen der Mikrometerschraube, oder aber auch andernfalls die Differenz zwischen den jeweiligen Stellungen der matten Scheibe genau zu fixiren.

Ist, wie dies oben beschrieben (S. 83), die Mikrometerschraube mit Theilstrichen, auf denen ein am Stativ des Mikroskopes befestigter, feststehender Index spielt, versehen, so liest man die Grösse der

---

[1]) Solche Mikrometer liefert die Firma Klönne & Müller, Berlin, für 9 M. in äusserst guter Ausführung und sind dieselben auch für die directe Bestimmung der Stärke der Vergrösserung (siehe unten unter „i") selbst bei stärksten Vergrösserungen sehr wohl zu benutzen. —

erforderlichen Drehung von dieser Theilung einfach ab; ist solche nicht vorhanden, so kann man sie leicht durch eine kleine kreisförmige, in Grade getheilte Metallscheibe, die man mit der Mikrometerschraube concentrisch verbindet, herstellen. — Dasselbe gilt von der Feststellung der Distanz der matten Scheibe durch Ablesen einer zur Seite des Laufbrettes angebrachten Scala. —

Nach dieser Feststellung hat man zur Erzielung scharfer Bilder nur nöthig, wie gewöhnlich bei weissem Lichte einzustellen und dann vor Aufnahme der Bilder die Drehung der Mikrometerschraube oder die Distanz der matten Scheibe um die angegebene Grösse zu corrigiren. Es ist klar, dass dann, wenn man auf die erste Zeile oder Linie einstellt, die zweitbezeichnete Linie scharf im Bilde gezeichnet wird. Stellt man die auf der Platte scharf gezeichnete Linie auf der matten Scheibe ein, so wird man gegenüber der ersten Einstellung eine Drehung der Mikrometerschraube oder Verschiebung der Camera von genau solcher Grösse vornehmen müssen, dass sie der Entfernung der optischen von der actinischen Ebene, d. i. der Focusdifferenz, entspricht. Um diese Grösse muss man deshalb, wenn man nach Einstellung des sichtbaren Bildes das chemisch wirksame Bild einstellen will, die Bilddistanz durch Mikrometerschraube oder Camera rückwärts stellen, d. h. man muss von der zur Scharfeinstellung der zweiten Linie erforderlichen Stellung auf die für Scharfeinstellung der ersten Linie nöthige Stellung zurückgehen. —

Eine dritte Methode zur Hebung der Focusdifferenz kann angewendet werden, wenn man statt der matten Scheibe den von Benecke vorgeschlagenen weissen Papierschirm zur Einstellung anwendet, auf den man das Bild beim Einblick in die Camera durch die Seitenthür (S. 113) einstellt. Es wird dann anstatt durch Drehen des Mikrometers oder Verschiebung der die Scheibe tragenden hinteren Cameraseite, die Aenderung des Bildabstandes durch directe Bewegung der weissen Fläche bewirkt.

Zu diesem Ende wird in den Falz am hinteren Ende der Camera ein eigener hölzerner Kasten eingeschoben. Die Hinterwand dieses Kastens trägt in der Mitte einen Tubus, in dem sich mit starker Reibung ein passender, auf seinem Vorderende die weisse Einstellscheibe tragender Cylinder verschieben lässt. Dieser Cylinder trägt eine den jeweiligen Stand ablesbar machende Millimetertheilung, deren Nullpunkt derjenigen Stellung entspricht, bei welcher die weisse

Scheibe sich in der Ebene befindet, welche nachher die in die Cassette gelegte Platte mit der sensibilisirten Seite einnimmt. Stellt man jetzt, während man den Tubus auf den Nullpunkt der Theilung schiebt, das Bild im blauem Lichte ein und entfernt dann die färbende Lösung, so wird, um das jetzt im weissen Licht erscheinende Bild ohne Drehung an der Mikrometerschraube scharf zu erhalten, eine der Focusdifferenz entsprechende Verschiebung des Cylinders im Tubus (und somit der Einstellscheibe) nöthig sein, deren Grösse man an der Theilung abliest. Man hat dann, wenn man später in weissem Lichte einstellen will, nur nöthig, den Tubus auf die betreffende, empirisch gefundene Zahl der Theilung einzustellen. Dieselbe ist, da sie für die verschiedenen Längen des Cameraauszuges sowohl wie für jedes Objectiv eine andere ist, für jede einzelne Vergrösserung besonders zu ermitteln und zu notiren. —

Bei stärkeren Vergrösserungen oder bei schwach erleuchteten Objecten, bei denen man das Bild auf dem weissen Schirm oder der matten Scheibe zur Scharfeinstellung nicht mehr mit genügender Deutlichkeit wahrnehmen kann, und aus diesem Grunde die oben beschriebene Einstell-Lupe, gleichviel welcher Form, zu Hülfe nehmen muss, kann man auch an dieser Lupe direct die für die Correcction der Focusdifferenz nöthige Einrichtung anbringen. —

Zu diesem Zwecke bringt man die Lupe in einen Tubus, in welchem sie auf- und abschiebbar ist. Man stellt zunächst im blauen Licht die Lupe so ein, dass sie das Diamantkreuz auf der Spiegelglasscheibe und zugleich das Bild des Objectes scharf erkennen lässt. — (Bei der Benecke'schen Einrichtung ohne Spiegelscheibe (siehe S. 119) stellt man zuerst auf die Ebene ein, auf welche das die Lupe tragende Holztäfelchen aufgesetzt wird und dann, ohne Verschiebung der Lupe in ihrem Tubus, das mikroskopische Bild im blauen Lichte.) — — In beiden Fällen trägt die Theilung des inneren Tubus an der dieser Stellung entsprechenden Stelle den Nullpunkt. Nach dieser Einstellung entfernt man die blaue Durchgangsflüssigkeit und sucht nun, ohne am Mikrometer oder der Cameralänge etwas zu verändern, lediglich durch Verschieben des inneren, die Lupe tragenden Tubus, das im weissen Lichte unscharf gewordene Bild scharf einzustellen; ist dies in genügender Weise erreicht, so liest man die Zahl ab, auf welcher die Theilung des Lupentubus jetzt einsteht; dieselbe giebt die Grösse der Focusdifferenz und man braucht nur, wenn man für Aufnahmen

später bei weissem Licht einstellen will, die Lupe auf diese Stellung, die für jede Vergrösserung und jedes Objectiv ein für alle Mal zu ermitteln und zu notiren ist, zu bringen. —

Für die bei diesen letzten Versuchen zu verwendenden Objecte gilt die Regel, dass sie möglichst feine und zarte Details zeigen müssen, damit man den höchsten Grad der Feinheit bei der Einstellung erreiche. Man wählt deshalb die sogenannten Testobjecte, bei welchen die äusserst zarte Structur nur bei sehr genauer Einstellung zu beobachten ist. Hierzu gehören vor Allem die Kieselpanzer der Diatomeen, wie Pleurosigma angulatum, attenuatum und balticum, Surirella gemma, Grammatophora serpentina, marina und subtilissima. —

An Stelle dieser eben beschriebenen mechanischen Methoden die Focusdifferenz zu beseitigen, kann man auch überall da, wo man nicht gerade im weissen Lichte einstellen will, die Focusdifferenz durch Einstellen und Aufnehmen in monochromatischem Lichte corrigiren.

Für gewöhnlich wählt man als Lichtfarbe die an chemisch wirksamen Strahlen reichste Farbe: Blau. Man verzögert durch Einschaltung dieser farbigen Lösung, da sie die chemisch wirksamsten Theile des weissen Lichtes passiren lässt, die Expositionszeit nur unwesentlich.

Als blaugefärbte Lösung werden allgemein zwei verschiedene Mischungen benutzt: einmal eine Lösung von Kupferoxydammoniak (ammoniakalische Kupferlösung) und dann zweitens die bekannte Fehling'sche Lösung[1]). Beide Lösungen unterscheiden sich in ihrer Wirkung wesentlich. Man sieht diese Unterschiede am besten, wenn man, nach Benecke, die Lösungen spectralanalytisch prüft und andererseits auch, nach der Zerlegung des von ihnen durchgelassenen Lichtes durch ein Prisma, das entstandene Spectrum photographirt. Im ersteren Falle erhalten wir das sichtbare, im zweiten das actinische Spectrum.

---

[1]) Man bereitet Fehling'sche Lösung für diese Zwecke, indem man 34,6 g Kupfervitriol in 200 ccm Wasser löst und andererseits 173 g weinsaures Natronkali (Seignettesalz) in 600 ccm einer Natronlauge von 1,12 specifischem Gewicht. Nach dem vollständigen Auflösen mischt man beide Lösungen zusammen und füllt auf 1 l auf. Die Lösung hält sich in kleineren, voll gefüllten, gut verkorkten und verlackten Flaschen jahrelang unzersetzt. —

Bei der Fehling'schen Lösung ist nun das sichtbare Spectrum etwas weniger homogen als bei der Kupferoxydammoniaklösung, dafür hat aber die Fehling'sche Lösung ein viel besser begrenztes actinisches Spectrum als die ammoniakalische Kupferlösung; bei ersterer Lösung hört die chemische Wirkung bei der Spectrallinie H auf, während sie sich bei der zweiten Lösung noch über das Ultraviolett hinaus erstreckt. —

Aus früheren Auseinandersetzungen ist es deshalb klar, dass das durch die Fehling'sche Lösung gegangene Licht bei mikrophotographischen Aufnahmen die Expositionszeit wegen des Mangels an ultravioletten Strahlen allerdings etwas mehr verlängern wird als die Kupferoxydammoniaklösung, dass sie aber andererseits auch, wegen der Begrenzung des actinischen Spectrums auf einen kleineren Raum, schärfere Bilder liefern muss als die andere Lösung. Man wird deshalb in allen den Fällen, wo es auf eine geringe Verlängerung der Expositionszeit nicht ankommt, die Fehling'sche Lösung vorziehen. Selbstverständlich kann man auch statt der blauen Lösung eine andersgefärbte Lösung in Anwendung bringen, besonders wenn, wie bei gefärbten Präparaten (Bacillen etc.) oder bei ortochromatischen Platten dies durch die Natur der Präparate oder Platten erfordert wird. Solche Lösungen verlängern aber stets die Expositionszeit in merklicher Weise, und man wird überall da, wo man blaues, an chemischen Strahlen reiches Licht verwenden kann, dasselbe auch ausschliesslich benutzen, da die dadurch bedingte Verlängerung der Exposition doch immerhin nur unwesentlich gegenüber der durch andere Farben bedingten erscheint. — —

Die letztbeschriebene Methode der Focusdifferenzcorrection ist unstreitig sehr bequem und wird sicherlich am meisten benutzt werden, weil sie nicht erst die genaue Feststellung der Differenzgrösse für jede Vergrösserung besonders erfordert, sondern ohne Weiteres anzuwenden ist.

Am besten schaltet man die die gefärbte Lösung tragende Zelle hinter der Sammellinse, von der Lichtquelle aus gerechnet, ein; die Lichtstrahlen bilden nämlich von der Sammellinse aus ein convergentes Bündel und man kann deshalb, indem man die Glaszelle mit der Lösung verschiebt, dasjenige erreichen, was man sonst nur durch Anwendung verschieden starker oder verschieden dicker Lösungsschichten erreichen würde. Nähert man die Zelle der Sammellinse, so wird dieselbe Strahlenmenge eine grössere Fläche der Lösung

zu passiren haben, als wenn die Zelle dem Brennpunkte der Strahlen näher steht; in ersterem Falle wird also die Wirkung derjenigen einer in dickerer Schicht angewandten Lösung entsprechen, in letzterem Falle einer schwächeren oder dünneren. —

Die zur Aufnahme der Lösungen benutzten Behälter (Cuvetten) müssen natürlich möglichst glatte und parallele Wandungen der ebenen, grösseren Seiten haben. Aus diesem Grunde wendet man bei Beleuchtungsapparaten, die stets in horizontaler Stellung bleiben, die für die Spectralapparate behufs Darstellung der Absorptionsspectra in Handel kommenden Zellen mit planen Wänden an. Dieselben bestehen aus zwei Spiegelglasplatten die gegen ein U-förmiges Glasrähmchen, vermittelst eines geeigneten, mit Haken versehenen Messingträgers gepresst werden und so durch festes Anliegen an die genau eben abgeschliffenen Seiten des U-förmigen Einsatzstückes, die man füglich mit dicker Vaseline einfettet, dicht halten.

Bei Benutzung von stets vertical stehenden Beleuchtungsapparaten kann man sich sehr leicht auf folgende Weise eine passende Zelle für die Absorptionsflüssigkeit darstellen. Man sprengt von einem flachen Glascylinder mit genügend grossem Durchmesser und abgeschliffenem matten Rande den Boden ab[1]) und kittet den so entstandenen Ring mit dem matten, eben geschliffenen Rande auf eine entsprechende Spiegelscheibe auf. Als Kitt benutzt man sehr gut einen aus 5 Theilen Colophonium, 1 Theil Wachs, 1 Theil Caput mortuum bereitetes, in der Wärme zu benutzendes Gemisch, das man auf die vorher erwärmten Glasflächen aufträgt. Will man eine für alle Fälle brauchbare Zelle haben, so verkittet man entweder die für den ersten Fall beschriebene Zelle und fügt in die obere, offene Seite noch eine ein Glasrohr tragende Wand mittelst Kitt ein, oder man schleift die obere Seite der an zweiter Stelle beschriebenen ringförmigen Glaszelle plan ab und kittet auch auf diese Seite eine mit einem Loch für ein Glasrohr versehene Spiegelglasscheibe auf. Das an den Cuvetten befindliche Glasrohr wird füglich, nachdem es ca. 5 cm in der Ebene der Cuvette fortgelaufen ist, senk-

[1]) Man erreicht dies bequem, wenn man mit einer scharfen Feile einen der Absprengungsrichtung parallelen, tiefen Einschnitt macht, auf diesem dann durch Aufhalten eines weissglühenden Eisenstabes oder Sprengkohle einen Sprung erzeugt und letzteren in der gewünschten Richtung mittelst des glühenden Eisens oder der Sprengkohle weiterführt. —

recht zu dieser Ebene aufwärts gebogen und dient als Sicherheitsrohr bei etwaiger Volumveränderung der Absorptionsflüssigkeit durch die Wärme, bezweckt auch gleichzeitig, dass die Cuvette bei horizontaler oder schräger Stellung stets gefüllt und frei von Luftblasen zu halten ist. —

f) Die Bewegung der Mikrometerschraube auf weite Distanz.

Wenn man durch Anwendung der bisher beschriebenen Hülfsmittel nun in die Lage gesetzt wird, ein auch für die Zeichnung auf der Platte in jeder Beziehung und allen Ansprüchen genügendes, scharfes Bild zu erhalten, so wird die Einstellung in allen den Fällen noch Schwierigkeiten verursachen, wo der Balg der Camera sehr weit ausgezogen wird, und eine gleichzeitige Regulirung der Mikrometerschraube, sowie Betrachtung des einzustellenden Bildes wegen der grossen Entfernung des Bildes vom Mikroskope sehr erschwert wird. —

Bei starkem Lichte und schwacher Vergrösserung wird man diesen Uebelstand sehr gut dadurch vermeiden, dass man sich statt der matten Scheibe eines weissen Schirmes bedient und das auf demselben entworfene Bild durch die erwähnte (S. 73 u. 118) Seitenthür der Camera, oder, wie Benecke vorschlägt, durch ein in der Stirnwand der Camera befindliches, durch ein Reflexionsprisma das Bild im rechten Winkel reflectirendes Fernrohr betrachtet. —

Für gleiche Fälle wendet O. N. Rood einen hinter der matten Scheibe befindlichen Planspiegel an, in welchem man vom Mikroskop her das Bild auf der matten Scheibe beobachten kann. Der Spiegel ist um eine Axe drehbar und kann natürlich auch Verwendung finden, wenn man statt der matten Scheibe die Einstell-Lupe benutzt, bietet hier aber die Unannehmlichkeit, dass man zu jeder Bewegung der Lupe sich erst wieder nach derselben hin begeben muss. —

Reichen die eben beschriebenen Einrichtungen nun auch bei lichtstarken Bildern in durchaus vollkommener Weise aus, so wird man doch bei sehr starken Vergrösserungen und Anwendung künstlichen Lichtes, besonders wenn es sich um Aufnahme von Objecten mit sehr feinen Details handelt, es nicht umgehen können, mit dem Auge bei der matten Scheibe oder Einstell-Lupe zu bleiben; ein Bild nämlich, welches auf dem weissen Schirme oder der matten Scheibe bereits so lichtschwach ist, dass man die Feinheiten der Zeichnung

nicht mehr sicher zu erkennen vermag, erscheint mit der Einstell-Lupe ohne matte Scheibe betrachtet, stets noch vollkommen klar und lichtstark. —

Für alle diese Fälle muss man es deshalb ermöglichen, mittelst geeigneter mechanischer Uebertragungen, die Mikrometerschraube auch auf weitere Distanz hin von der Endseite der Camera aus zu bewegen.

Zwei Arten solcher Einstellungen der Mikrometerschrauben auf grössere Distanzen hin haben wir bereits oben beschrieben. Es ist dies einmal die von Benecke benutzte, durch Anwendung einer sehr langen Schraubenspindel für die Mikrometerschraube (S. 107) erzielte Einstellungsvorrichtung und dann die von Woodward angewandte Uebertragung (S. 111) der Bewegung durch mit conischen Rädern verbundene Gestänge und schliessliche Uebersetzung der Drehung durch einen Schnurlauf ohne Ende. —

Fritsch hat eine Uebertragung der Bewegung auf die Mikrometerschraube mittelst eines am Ende einer langen, vom Hinterende der Camera drehbaren Stahlaxe befindlichen Zahnrades vorgeschlagen, und es findet sich solche Uebertragung zum Beispiel an den von Seibert gebauten Apparaten. Bei dieser Einrichtung ist es, wie dies auch bei den Seibert'schen Apparaten geschehen, sehr zu empfehlen, das in das Zahnrad des Mikrometers eingreifende Zahnrad auf einem besonderen, mit dem Stativ des ganzen Apparates fest verbundenen Axenlager laufen zu lassen. Hierdurch wird dasselbe in seiner Stellung zum Mikroskop genau fixirt, und das Gewicht des Gestänges bleibt ohne nachtheilige Wirkung auf das Mikroskop.

Dasselbe ist zu empfehlen, wenn man nach Woodwards Art anstatt durch Zahnräder die Uebertragung durch eine Schnur ohne Ende bewirkt. —

Anstatt die um die Mikrometerschraube laufende Schnur ohne Ende durch ein zweites, mit einer Rinne versehenes, vermittelst eines Gestänges bewegten Rades zu bewegen, hat Walmsley dies dadurch bewerkstelligt, dass er eine Schnur mit sehr langen Enden benutzt und diese Enden durch geeignete Rollenführung bis an das Ende der Camera leitet; er regulirt dann durch Anziehen des einen oder des anderen Schnurendes die Mikrometerschraube. Diese Einrichtung scheint uns, so ingeniös und einfach sie ist, deshalb bedenklich, weil sie, besonders wenn ein Mikroskop mit drehbarem Tisch benutzt

wird, dasselbe leicht in seiner Stellung durch das einseitige Anziehen der Schnur erschüttert.

Ausser diesen, auf Zahnrad- oder Schnurlauf-Uebertragung beruhenden Einstellungen mittelst längerer Gestänge ist noch der Hooke'sche Schlüssel zu empfehlen, da er das Gestänge direct in die Mikrometerschraube ohne jede Uebertragung eingreifen lässt, ohne jedoch die Mikrometerschraube zu belasten. Dies geschieht auf folgende Weise:

Längs der Camera läuft eine lange Stahlstange in Lagern, am hinteren Ende mit einem grossen Kopf versehen, während an dem mit der Stirnwand der Camera abschneidenden anderen Ende ein Kugelscharnier die Drehung auf eine starke Messingshülse überträgt. In dieser Hülse ist ein fester, metallener Cylinder ein- und ausschiebbar, wird aber an der Drehung um seine Längsaxe durch einen im entsprechenden Längsschnitt der Hülse laufenden Stift verhindert. An dem ausserhalb der Hülse befindlichen Ende trägt dieser Cylinder wieder ein Kugelscharnier und bewegt durch dieses eine, auf eigenem festen Stativ gelagerte, mit der Mikrometerschraube verbundene kurze Axe (siehe Fig. 32).

Die Function des Schlüssels ergiebt sich von selbst; es sei nur noch bemerkt, dass es sehr empfehlenswerth erscheint, bei allen derartigen Einrichtungen die längs der Camera laufende Axe mit einer Längsnute zu versehen, in welche der zum Drehen dienende Schraubenkopf mit entsprechender Nase eingreift und so, obwohl er der ganzen Länge der Axe nach verschiebbar ist, doch stets die Drehung auf die Axe übertragen muss. — Schlüssel anzuwenden, welche mit Umgehung der vorerwähnten, auf eigenem Lager laufenden kurzen Axe, direct in die Mikrometerschraube eingreifen, muss deshalb als ungünstig widerrathen werden, weil in solchem Fälle das ganze Gewicht des Gestänges auf der Mikrometerschraube ruht und die Empfindlichkeit sowie Haltbarkeit derselben in hohem Grade beeinträchtigt. —

Die vorstehenden Einstellungsapparate sind sämmtlich feststehende, d. h. solche, welche zwar einer geringen, aber nicht starken Drehung des Mikroskopobertheiles nachgeben.

Arbeitet man nun aber mit Hülfsapparaten, die ein Drehen des Mikroskopobertheiles um die optische Axe erfordern, so wird sich dieser Mangel recht fühlbar machen. Um ihn zu heben hat Verfasser eine Einstellvorrichtung construirt, die dem drehbaren Mikro-

skoptisch nach all' und jeder Richtung hin folgt, eine sehr feine und genaue Einstellung zulässt und das Mikroskop bez. die Mikrometerschraube **nicht** belastet. Dieselbe besteht in Folgendem:

Auf das den Tubus des Mikroskopes mit der Mikrometerschraube verbindende, starke Zwischenstück wird mittelst Stellschraube fest eine in zwei Axenlagern (*X*) ruhende, horizontale Schraube ohne

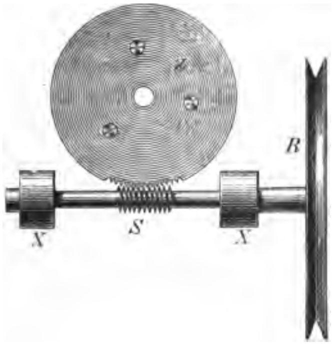


Fig. 43.

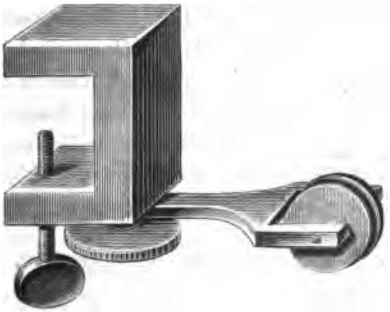


Fig. 44.

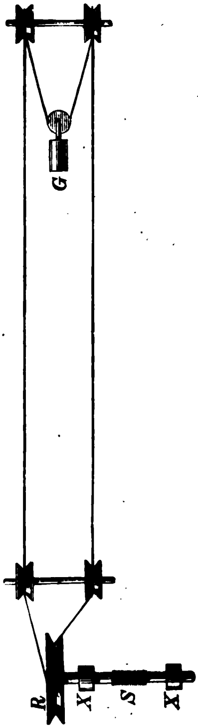


Fig. 45.

Ende (*S*) aufgesetzt, die an ihrem einen, ausserhalb der Lager befindlichen Ende, fest verbunden mit der Axe, eine runde Scheibe mit Rille für Schnurlauf (*R*) von ca. 5—6 cm Durchmesser trägt. Wird diese Scheibe durch Schnurlauf gedreht, so überträgt die archimedische Schraube diese Drehung auf das mit der Mikrometer-Schraube fest verbundene Zahnrad (*Z*) und somit auch auf die Mikrometerschraube. Durch diese Art der Uebertragung wird eine

sehr leichte und feine Bewegung der Mikrometerschraube ermöglicht, und es kann diese Bewegung, ohne das Mikroskop auch nur im Geringsten zu erschüttern, vor sich gehen. —

Der Schnurlauf selbst wird wie folgt von der Scheibe (*R*) fortgeführt: Die endlose Schnur (Fig. 45) läuft über zwei, durch eine Klemmschraube an der Stirnwand der Camera verstellbare, auf einer Axe frei bewegliche Räder (siehe Fig. 44) und geht dann bis zum anderen Ende der Camera, wo sie gleichfalls über eine solche Zweiradklemme läuft und durch ein kleines Gewicht (*G*) mit Rad, wie bei Regulator-Uhren üblich, stets straff gehalten wird. Das Gewicht wiegt höchstens incl. Rad 5—10 g, genügt aber vollständig zum Strammhalten des Schnurlaufes. Der Schnurlauf kann auf diese Weise stets den Bewegungen des Mikroskopes folgen und ermöglicht in allen Lagen leichtes und sicheres Einstellen von der matten Scheibe her. — Die schematische Anordnung ergiebt sich aus vorstehender Figur, wo *S* die archimedische Schraube am Mikroskop, *R* das Rad an derselben bedeutet und *G* das kleine straffhaltende Gewicht mit Rad ist. —

Am besten wird der Schnurlauf für gewöhnliche Fälle auf der Seite des Laufbrettes am mikrophotographischen Apparat angebracht, weil er dann ohne Weiteres gleichmässig gut bei verticaler, schiefer und horizontaler Lage des Apparates fungirt. Ist der Camerabalg ganz ausgezogen, so laufen die Schnüre durch den am Stützbrett angebrachten Ausschnitt (s. Fig. 35), während bei theilweisem Auszug des Balges das Gewichtchen (*G*) in einen, auf Fig. 35 nicht weiter angegebenen, ca. 6 cm breiten Längsausschnitt in der Tischplatte spielt. —

g) Einiges über Technik der Beleuchtungsapparate.

Ueber die Anordnung des Beleuchtungsapparates ist das Nähere bereits in dem betreffenden Capitel (S. 54 u. 60) angegeben. Es sei hier nur nochmals erwähnt, dass man bei Benutzung des Sonnenlichtes statt des Heliostaten sehr gut einen um seine horizontale Axe drehbaren Planspiegel, dessen am Ende des Beleuchtungsschlittens befestigtes Stativ um die Verticale drehbar ist, anwenden kann und hierbei hinter der Beleuchtungslinse eine geeignete, die Randstrahlen abfangende Blende einschaltet; bezeichnet man auf dieser Blende genau den Kreis, welchen die abgefangenen Strahlen des Lichtkegels bei richtiger Stellung des Planspiegels für die Beleuchtung treffen

müssen, so hat man, um die richtige Beleuchtung zu erhalten, nur nöthig, den Spiegel stets derart zu reguliren, dass der gezeichnete und der vom Licht entworfene Kreis sich genau decken. Bei Benutzung künstlicher Lichtquellen wird man natürlich Spiegelreflexion soweit wie angänglich aus den oben angeführten Gründen zu vermeiden suchen und in allen Fällen gut thun, den die Beleuchtungsapparate tragenden Schlitten mit einer Scala zu versehen, damit man die für die speciellen Fälle ermittelte günstigste Stellung ein für alle Mal durch Notiren der Distanz für die einzelnen Theile feststellt und nicht jedesmal von Neuem immer wieder zu ermitteln braucht. —

Statt der in den Glaszellen befindlichen farbigen Lösungen im Beleuchtungsapparate kann man natürlich auch Scheiben von farbigem Glase verwenden; jedoch sind nur sehr schwer und selten derartig gefärbte Scheiben zu erhalten, dass sie vollständig die Lösung zu ersetzen im Stande wären; die meisten Gläser liefern nicht so eng begrenzte Spectren wie die Lösungen und wirken deshalb schlechter; dies gilt ganz besonders von den blauen Gläsern. Statt der gelben Gläser empfiehlt Vogel[1]) durch Auftragen von gelbgefärbtem Collodium gefärbte Gläser und bereitet dieses Collodium durch Mischen von 75 ccm zweiprocentigen Rohcollodiums mit 25 ccm warmen Alkohols, in dem 0,3 g Aurantia oder Methylorange, gemischt mit Dimethylorange, gelöst sind. Als gelbe Lösung benutzt man zum Füllen der Zellen eine Lösung von doppeltchromsauren Kali. — —

Eine Lösung mit einem Gehalt von 0,3—0,4 g Kaliumbichromat in 100 ccm destillirtem Wasser entspricht bei Anwendung von Eosinplatten schon in ca. 2—5 mm starker Schicht allen Anforderungen vollkommen. —

h) Die Obturatoren und Momentverschlüsse.

Ein eigentlich nicht zu den Beleuchtungsapparaten selbst gehörender, aber an dieselben am nächsten anlehnender, für sämmtliche mikrophotographischen Apparate gleichmässig anzuwendender und gleich nothwendiger Theil ist endlich der Obturator oder Lichtverschluss. —

---

[1]) Photogr. Mittheilgn. Bd. 22, S. 52.

Für diejenigen Aufnahmen, bei denen es sich um eine Expositionszeit von mehreren Secunden oder gar Minuten handelt, genügt ein zwischen die Linsen des Beleuchtungsapparates eingeführter, dunkler Papp- oder Filzdeckel. Man braucht bei der Mikrophotographie nicht wie bei gewöhnlichen photographischen Aufnahmen so besorgt um lichtdichten Verschluss des Objectives zu sein. Bei den starken Objectiven mit verhältnissmässig geringem Durchmesser ist die Spur des in die Camera eindringenden Lichtes, wenn die eigentliche Beleuchtung durch Einschaltung eines Obturators, abgehalten wird, viel zu gering, um bei der Kürze der Zeit irgend welche Wirkung auf die sensibilisirte Platte auszuüben. — Man muss deshalb nur darauf achten, dass die Beleuchtungslinsen, resp. der von ihnen entworfene Lichtkegel ganz vom Obturator bedeckt seien. —

Nicht genug kann es empfohlen werden, das den Obturator tragende Gestell, wenn irgend möglich, nicht mit den übrigen Theilen des Apparates zu verbinden, sondern für sich aufzustellen, damit nicht durch dasselbe etwaige, beim Fortnehmen und Wiederhinlegen des Obturators entstehende Erschütterungen dem Apparate mitgetheilt werden und so Unschärfen in den Bildern hervorbringen. —

Besonders angebracht ist solche Vorsicht bei den Momentverschlüssen, die, je kürzer die Expositionszeit ist, mit einem desto merklicheren Ruck fungiren. —

Diese Momentverschlüsse können genau die bei den gewöhnlichen Apparaten übliche Form und Construction haben, nur ist hier zu bedenken, dass die von ihnen veranlasste Expositionszeit, ausser durch die an ihnen selbst angebrachten Regulirungsvorrichtungen, noch durch ihre relative Lage zu dem Beleuchtungsapparate verändert werden kann.

Ebenso wie durch die Lage der die Absorptionslösung haltenden Glaszelle ein gleicher Effect, wie durch verschiedene Dicke der absorbirenden Lösung bewirkt werden kann, wird auch die Expositionszeit bei Anwendung eines stets gleich schnell arbeitenden Momentverschlusses verkürzt und verlängert werden können, je nachdem man ihn mehr dem Brennpunkt oder der Sammellinse nähert.

Bei den Verschlüssen, welche auf dem Vorbeidrehen oder Fallen einer mit Oeffnung versehenen Blendungsscheibe, vor der Objectivöffnung basirt sind, wie die Verschlüsse der ersten und zweiten unten beschriebenen Art, wird selbstverständlich ein kleinerer kreisförmiger Theil der Objectivöffnung kürzere Zeit belichtet bleiben,

als die ganze Objectivöffnung; und zwar beträgt diese Verkürzung genau so viel Zeit, wie die Verschlussscheibe dazu braucht, um eine der Differenz zwischen dem Durchmesser des kleineren kreisförmigen Theiles und demjenigen der ganzen Objectivöffnung gleich grosse Strecke zu passiren.

Schaltet man also den Momentverschluss derartig in den Beleuchtungsapparat ein, dass seine ganze Durchgangsöffnung vom Lichtkegel ausgefüllt wird, so muss er nothwendigerweise die bei der bestimmten Schnelligkeit seiner Function grösstmöglichste Expositionszeit liefern, während dieselbe desto mehr verkürzt werden wird, je mehr man den Verschluss der Spitze des Lichtkegels nähert, d. h. einen je kleineren Theil die im Lichtkegel vereinigten Gesammtlichtstrahlen von der Objectivöffnung des Verschlusses einnehmen.

Noch grösser wird diese Differenz bei den Verschlüssen dritter Art, bei denen die eine Seite der Objectivöffnung länger offen bleibt als die andere; hier wird natürlich noch eine Verlängerung oder Verkürzung der Expositionszeit dadurch herbeigeführt werden können, dass man den Lichtkegel, wenn er nicht die ganze Durchgangsöffnung ausfüllt, mehr der länger oder kürzer geöffneten Seite des Verschlusses nähert. — Im Uebrigen gelten auch für diesen Verschluss die vorher angegebenen Bedingungen, sofern nur der Lichtkegel die Mitte der Verschlussöffnung einnimmt. —

Die Einrichtung der Momentverschlüsse besteht, abgesehen von denjenigen mit Centralverschluss, im Wesentlichen in zwei Arten: Bei der ersten bewegt sich vor der Objectiv-Oeffnung des Verschlusses eine mit entsprechender Oeffnung versehene Scheibe vorbei und lässt das Licht solange durchtreten, als diese Oeffnung der beweglichen Blendungsscheibe zum Vorbeipassiren braucht; bei der zweiten Art wird eine die Objectivöffnung schliessende Blendscheibe durch geeignete Vorrichtung zurückgezogen und dann von derselben Seite wieder vorgeschoben.

Beide Arten der Momentverschlüsse sind, unter Berücksichtigung der oben gegebenen Cautelen, gleich gut bei mikroskopischen Arbeiten zu benutzen. Die sogenannten Klappenverschlüsse sind deshalb weniger empfehlenswerth, weil sie wegen des Raumes, den die Klappen bei ihrem Functioniren beanspruchen, weniger compendiös sind und deshalb nicht den übrigen Stücken des Beleuchtungsapparates so nahe gebracht werden können, wie die gleich zu beschreibenden Verschlüsse. — —

Die Central-Momentverschlüsse sind im Verhältniss sehr theuer und man wird sie deshalb, da sie durch die anderen Arten vollkommen ersetzbar sind, nicht häufig anwenden. —

Die Verschlüsse mit an der Objectivöffnung vorbeipassirendem Obturator haben entweder eine Fallvorrichtung (Guillotine) oder eine sich um ihren Mittelpunkt drehende Blendenscheibe. —

Eine Construction ersterer Art ist die folgende: In einem geeigneten Laufbrett (Fig. 46), welches in seiner Mitte die kreisrunde Objectivöffnung trägt, ist die Guillotine schlittenförmig eingeschoben und wird in ihrer Stellung durch eine seitliche Nase, welche in entsprechende Ausschnitte des Fallbrettes eingreift, fixirt. Diese Nase wird durch eine pneumatische Aushebungsvorrichtung seitlich ausgerückt und löst dadurch das Verschluss-Fallbrett aus, das alsdann durch seine eigene Schwere vor der Objectivöffnung vorbeifällt und dieselbe kurze Zeit offen lässt. Bei horizontaler Lage des Verschlusses, oder bei gewünschter Verkürzung der Expositionszeit, wird um zwei an dem Rahmen befindliche Stifte und ein an dem Fallbrett befindliches Ansatzbrettchen, wie dies in der Figur ersichtlich, ein Gummiband geschlungen, welches durch seine Elasticität die Fallbewegung beschleunigt. — —

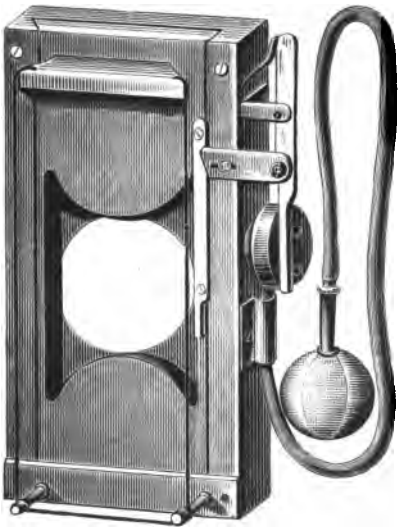


Fig. 46.

Die andere Construction mit drehbarer Verschlussscheibe wird durch nebenstehende Zeichnung veranschaulicht: Eine kreisrunde Scheibe aus starkem Messingblech ist mit einer kreisförmigen Vertiefung versehen, in welche eine zweite kleinere kreisförmige Scheibe genau einpasst und um die auf der grösseren Scheibe im Mittelpunkte befestigte Schraube (M) leicht drehbar ist. In der grösseren ersteren Scheibe ist die Objectivöffnung excentrisch eingeschnitten (O) und wird durch die kleinere obere Scheibe verdeckt.

Die obere, bewegliche Scheibe hat nun aber eine gleichgrosse Oeffnung (O_1), welche bei Drehung der Scheibe genau über die untere Oeffnung hinweggeht. Die kleinere obere Scheibe trägt noch einen fest mit derselben verbundenen Knopf (*N*) und ein am Rande aufgeschraubtes Ansatzstück (*H*), in das der auf dem äusseren Rande der grösseren Scheibe befestigte Arretirungshaken (*A*) eingreift, und welches beim Funktioniren des Verschlusses gegen den mit Spiralfeder versehenen Puffer schlägt und so den Anprall mindert. — Auf demselben äusseren Rande sind noch zwei feststehende Knöpfe (*B* und *C*) aufgeschraubt. Wird nun um die Knöpfe (*B*, *C*) der

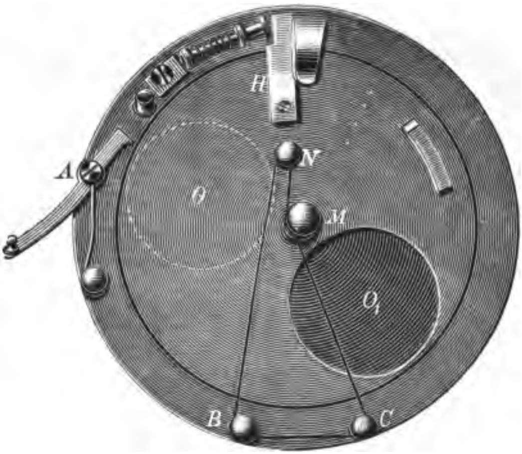


Fig. 47.

grösseren und um den Knopf (*N*) der kleineren Scheibe ein Gummiband gelegt, und die kleinere Scheibe in der Richtung von *C* über *B* nach *A* gedreht, bis der Arretirungshaken (*A*) hinter die Nase (*H*) einspringt, so wird das Gummiband angespannt und bei Auslösung des Hakens (*A*) die Scheibe um die gemeinsame Axe (*M*) in der Richtung von *A* über *B* nach *C* rotiren müssen. — Bei dieser Rotation nun passirt die Oeffnung der oberen Scheibe diejenige der unteren und bewirkt so die Exposition. Selbstverständlich wird die schnelle Rotation der Scheibe, nach fast einmaliger Umdrehung, durch die eben beschriebene Puffervorrichtung gehemmt. — — Die Auslösung kann bei diesem Apparat, wie bei dem vorigen, sowohl durch die Hand direct, als auch durch pneumatische Einrichtung bewirkt werden. — Einigermaassen kann man die Expositionsdauer

bei beiden Momentverschlüssen dadurch variiren, dass man stärkere oder schwächere Gummibänder zum Anspannen der Verschlüsse benutzt. — —

Ein Verschluss, bei dem der Obturator von ein und derselben Seite her zurückgezogen und wieder vorgeschoben wird, besteht im Wesentlichen im Folgenden: Auf einer um ihre Mitte rotirenden, durch eine Uhrfeder angespannten Scheibe ist excentrisch ein Stift (*C*) befestigt, der bei der Drehung der Scheibe einen in einer Führung (*F*) gleitenden Schieber (*E*) zuerst zurückzieht und dann wieder in die erste Stellung vorschiebt. Dieser Schieber (*E*) verschliesst die Objectivöffnung (*O*) und wird, der Construction zu Folge, den zuerst geöffneten Theil erst zuletzt wieder schliessen, was für die oben gegebenen Bemerkungen (S. 137) über die Veränderung der Expositionsdauer von Wichtigkeit ist. Der dem Excenter zunächst liegende Theil der Oeffnung wird am kürzesten, der entgegengesetzt liegende am längsten offen bleiben. —

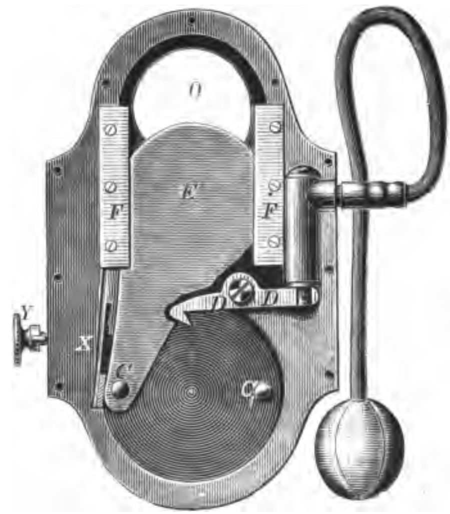


Fig. 48.

An dem Rand des Excenters schleift eine mit Leder ausgelegte Bremsfeder (*X*), die durch eine Stellschraube (*Y*) mehr oder weniger an den Excenter gedrückt werden kann; durch diese Bremsvorrichtung ist es möglich, die Exposition auf jede beliebige Zeitdauer zu reguliren. Der Excenter wird in seiner Stellung, analog wie bei dem eben beschriebenen Verschlusse, durch einen Arretirungshaken (*D*), der in die auf dem Excenter befindlichen Stifte (*C* und C_1) eingreift, festgestellt. Die Auslösung des Hakens geschieht auch hier entweder direct oder mittelst pneumatischer oder elektrischer Vorrichtung. Da auch für geöffnete Stellung ein Arretirungsstift (C_1) vorhanden ist, so kann man den Verschluss auch sehr wohl und praktisch für längere Expositionszeiten benutzen; man

stellt dann die Bremse auf mässig schnelle Bewegung mittelst der Bremsschraube (Y) ein, löst durch kurzen Druck auf den Gummiball den Haken (D) aus, so dass er den für offene Stellung dienenden Stift (C_1) abfängt und schliesst durch einen zweiten Druck auf den Haken, nach Verstreichenlassen der gewünschten Expositionszeit. —

Für Regulirung der Bremsvorrichtung haben wir die Erfahrung gemacht, dass, selbst bei exactester Arbeit, sich dennoch oft der Schieber nicht vollkommen gleichmässig bewegt und eine innerhalb verhältnissmässig nur kleiner Grenzen sich variiren lassende Expositionsdauer nicht gestattet. Diesen Uebelstand kann man nach den Erfahrungen des Verfassers leicht und vollkommen dadurch beseitigen, dass man auf die als Bremse dienende Lederscheibe ein Tröpfchen Oel bringt, so dass dieselbe glatter wird. Das Gleiten des Excenters ist dann ein vollkommen gleichmässiges und die Grenzen, in denen seine Rotationsgeschwindigkeit regulirbar ist, liegen viel weiter auseinander, gestatten also viel genauere Einstellung für eine bestimmte Schnelligkeit. —

Die Aufstellung des Momentverschlusses geschieht unter Berücksichtigung der oben (S. 136) gegebenen Bedingungen, möglichst auf einem besonderen, jedenfalls aber sehr festen Gestell, damit die beim Functioniren des Verschlusses entstehenden Stösse sich nicht dem ganzen Apparate mittheilen. — — —

i) Feststellung der Vergrösserung.

Wenn wir schon oben (auf S. 94) des Näheren erörtert haben, wie man leicht und bequem aus der Distanz zwischen Objectiv und matter Scheibe mit Genauigkeit die Stärke der jeweilig erreichten Vergrösserung bestimmen könne, vorausgesetzt, dass man genaue Angaben über die Aequivalent-Brennweite des benutzten Objectivs besitzt, so soll jetzt noch die Methode beschrieben werden, wie man, auch ohne bestimmte Angabe über Objective zu besitzen, mit mit absoluter Schärfe die Vergösserung bestimmen kann.

Diese Bestimmung hat gerade in der Mikrophotographie besonderen Werth, da wir es hier nicht mit den virtuellen Bildern sondern mit fassbaren Bildern zu thun haben, an welchen wir mit Zirkel und Maassstab jede beliebige Messung leicht und dennoch exact ausführen können.

Bei der gewöhnlichen Feststellung der Vergrösserung mit dem Mikroskope wird das Bild, das wir im Mikroskope sehen, auf die conventionelle Bildweite von 250 mm verlegt und mit einem in derselben Ebene befindlichen Maassstabe verglichen.

Die Zahl, um wie viel mal grösser alsdann das Bild auf dem Maassstab, gegenüber seiner wirklichen bekannten Grösse, erscheint, giebt die Linearvergrösserung. Die Projection des virtuellen Bildes auf die den Maassstab tragende Ebene geschieht meist mit einer Camera lucida.

Bei allen solchen Feststellungen kommt nun aber ein wesentlich die Genauigkeit beeinträchtigender Factor in Betracht, dass nämlich, je nach dem persönlichen Sehvermögen des Beobachters, das übrigens selbst bei einem und demselben Beobachter an verschiedenen Tagen noch Schwankungen unterworfen ist, die Sehweite gegenüber der conventionellen Distanz hin und her schwankt. Bei grösserer Sehweite wird nun aber ein und dasselbe Bild grösser erscheinen als bei kürzerer, und hierin der Grund für Fehler bei der Feststellung der Stärke der Vergrösserung liegen. —

Solche Differenzen sind aber vollständig ausgeschlossen, wenn wir vor uns nicht ein virtuelles Bild sehen, das wir unserer persönlichen subjectiven Sehweite accomodiren, sondern wenn wir ein wirkliches, greifbares Bild, sei es nun auf der matten Scheibe, dem weissen Schirm oder dem photographischen Bilde vor uns haben. — Wir können auf solchem Bilde mittelst eines Stellzirkels oder eines mit Nonius versehenen Maassstabes die genauesten Messungen ausführen und erhalten rein objective, von jedem Beobachtungsfehler freie Zahlen. Haben wir zum Beispiel ein in Fünfzigstel Millimeter getheiltes Mikrometer als Object benutzt und finden nun beim Nachmessen des auf der matten Scheibe oder dem Negativ von demselben entworfenen Bildes, dass ein solcher kleinster Theil eine Grösse von 40 mm hat, so ist die erzielte Vergrösserung $40 \times 50 = 2000$.

Fehler jedweder Art sind bei dieser Bestimmung ausgeschlossen, vorausgesetzt, dass die Theilung des Mikrometers eine genaue und in allen Theilen gleiche war, wovon man sich leicht durch Nachmessen der einzelnen Theilstrichdistanzen auf der matten Scheibe überzeugen kann.

Hat man auf diese Weise die Stärke der Vergrösserung für ein bestimmtes Objectiv bei einer ganz bestimmten Bilddistanz festgestellt, so kann man, wenn man die Entfernung der matten Scheibe

von dem Objectiv feststellt, — was sehr leicht mittelst der am Laufbrett der Camera angebrachten Theilung geschehen kann —, auch die Vergrösserungen, welche dasselbe Objectiv bei anderen Bildabständen hervorbringt, durch Rechnung finden. Mit Vergrösserung oder Verminderung des Bildabstandes vom Objective wächst oder nimmt die Stärke der Vergrösserung in gleichem Verhältnisse ab.

Die Bildgrösse, d. h. der das Bild begrenzende Kreis, bildet nämlich die Grundfläche des im Objectiv mit seiner Spitze liegenden (von ihm ausgehenden) Lichtkegels, während der Bildabstand das in diesem Kegel von der Spitze auf die Grundfläche gefällte Loth ist. Der Durchmesser der parallel der Grundfläche durch einen Kegel gelegten, vom Kegelmantel begrenzten, Ebenen (hier die Bildgrösse) wächst aber und verringert sich in gleichem Verhältniss mit seiner Entfernung von der Spitze des Kegels (hier Bildabstand). Wird man also zum Beispiel bei einem Bildabstand von 30 cm eine Vergrösserung von 200 erhalten, so wird dasselbe Objectiv bei 70 cm Bildabstand eine Vergrösserung von $\frac{200 \cdot 70}{30} = 466{,}6$ geben.

Natürlich gilt diese Feststellung der Vergrösserung nur für die Fälle, wo ein Objectiv ohne Ocular in Anwendung kommt. —

Benutzt man ein Ocular, so braucht man auf dieselbe Weise für jedes Ocular nur einmal die vergrössernde Kraft festzustellen, um dann alle übrigen Daten durch blosse Rechnung genau finden zu können. —

Die Feststellung der Vergrösserung, welche ein Ocular liefert, geschieht in folgender Weise: Man ermittelt zunächst die Vergrösserung, welche irgend ein beliebiges Objectiv ohne Ocular liefert, fügt dann das Ocular ein, und stellt, unter Innehaltung einer gleichen Bilddistanz[1]), scharf ein. Hat man jetzt die Stärke der mit dem Ocular und Objectiv erzeugten Vergrösserung gemessen, so findet man die Vergrösserung des Oculars, indem man diese Vergrösserung durch die mittelst des Objectivs für sich allein erzeugte Vergrösserung dividirt. Hat also z. B. das Objectiv für sich 200-fache, nach Einschiebung des Oculares aber 600 fache Vergrösserung ergeben, so ist die Vergrösserungsfähigkeit des Oculares: $\frac{600}{200} = 3$.

[1]) D. h. man muss nach Einfügung des Oculares die Cameralänge um so viel vergrössern, wie das Ocular vom Objective entfernt ist (Tubuslänge). Siehe auch am Schluss dieses Theiles.

Stellt man also, und das ist das Einfachste, ein für allemal für jedes Objectiv die Vergrösserung (V) für einen ganz bestimmten Bildabstand (D) fest und ermittelt die Vergrösserungsfähigkeit jedes Oculares für sich (O), so kann man, wenn man ausserdem bei jeder Aufnahme den Bildabstand (D_1) abliest, ohne weiteres die erzielte Vergrösserung (X) nach folgender Formel finden:

$$X = \frac{D_1 . V . O}{D}.$$

Natürlich gilt bei Anwendung eines Oculares als Bildabstand die Distanz der matten Scheibe von der obersten Ocularlinse, mit der ja der hinterste Brennpunkt des in diesem Falle zu einem System vereinigten Oculares und Objectives fast zusammenfällt, während bei Aufnahmen ohne Ocular der Bildabstand von der hintersten Linse des Objectives gerechnet wird[1]). —

Selbstverständlich muss man stets die Grössen in gleichen Maassen ausdrücken und gelten diese Berechnungen nur für grössere Bildabstände, während sie bei kleineren zu hohe Werthe geben!

k) Messung der Objectgrössen.

Hat man somit in der Mikrophotographie ein ganz vorzügliches Mittel, die Vergrösserungen mit absoluter Genauigkeit festzustellen, so kann man umgekehrt, wenn man die Vergrösserung für bestimmte Systeme festgestellt hat, auch durch mit diesen Systemen ausgeführte Aufnahmen, unter Berücksichtigung der eben berührten Punkte, die schärfsten Messungen selbst der kleinsten Details ausführen und zwar mit einer Präcision und Objectivität, wie sie selbst bei Anwendung der vorzüglichsten Messinstrumente nicht zu erreichen möglich ist. —

Haben wir zum Beispiel ein Bild mit einer 1000 fachen Linearvergrösserung aufgenommen, so ist jede auf demselben befindliche Länge von 1 mm durchaus gleichwerthig mit 0,001 mm; Theile von 4 mm Länge auf dem Bilde werden also 0,004 mm in Wirklichkeit lang sein. — Die Art dieser Messungen hat ausserdem den grossen Vortheil, dass sie stets revidirbar sind und man noch nach Wochen solche Theile des Objectes, welche man von Hause aus nicht hat

[1]) Man rechnet nämlich stets den Bildabstand vom hintersten Brennpunkte des das Bild entwerfenden Linsensystemes aus.

messen wollen, noch nachträglich, selbst wenn das Object längst nicht mehr vorhanden ist, messen kann.

Besonders wichtig sind solche exacten und selbst bis auf die minimalsten Grössenverhältnisse noch absolut genauen Messungen da, wo aus der Grössendifferenz weitere Schlüsse zu ziehen sind; wir meinen hier die Blutuntersuchungen in forensischen Fällen. Bei diesen Untersuchungen werden gerade die für den ganzen Gang der Beweisaufnahme wichtigsten Schlüsse in Bezug auf Unterscheidung der Blutarten verschiedener Säugethiere von dem Blut des Menschen, lediglich aus den Grössenverhältnissen der Blutscheiben gezogen, und ist deshalb eine rein objective, in jeder Weise zuverlässige Messungsmethode, die die mit den besten Mikrometern erzielten Resultate an Schärfe weit hinter sich zurücklässt, wie die mikroskopische Methode es thut, von geradezu unschätzbarem Werthe. — Dieser Werth wird noch dadurch gesteigert, dass solche, zu Messungen angefertigte Aufnahmen als Beweismaterial bei den Acten bleiben können, und so stets noch Erläuterungen und Erklärungen über den mikroskopischen Befund nachträglich gestatten. —

II. Die Präparate.

Nächst der Erfüllung der im Vorstehenden besprochenen, zur Erlangung guter scharfer Mikrophotogramme erforderlichen Bedingungen hängt die Darstellung guter Bilder nicht minder von der geeigneten Wahl und Herrichtung der Präparate selbst ab.

Kann man auch im Allgemeinen den Satz als giltig aufstellen, dass jedes gute und sauber gefertigte Präparat auch für die mikrophotographische Aufnahme geeignet ist, so kommen doch zwei Factoren bei der Mikrophotographie sehr wesentlich in Betracht, die man bei der einfachen mikroskopischen Beobachtung nicht in gleichem Maasse beachtet, da sie sich dort als Mängel weniger fühlbar machen. Es ist dies einmal die Nothwendigkeit, dass das betreffende Object gesondert und mit allen seinen Theilen in einer mit der Hauptebene des Objectträgers parallelen Ebene liege, und zweitens das Erforderniss einer ganz bestimmten Tinction der Präparate.

1. Mechanische Präparation.

Wir kommen zunächst auf das erste Erforderniss, die Nothwendigkeit einer, zur optischen Axe des Mikroskopes senkrechten Ebene für die Lage des Objectes.

Bei der mikroskopischen Beobachtung ist der Mikroskopiker gewohnt, ein Präparat als gut zu bezeichnen, wenn es alle Details gut gezeichnet enthält und in seiner ganzen Grösse frei ist von nicht dazu gehörigen, fremden Körpern. Sollten einzelne Theile des Präparates nicht genau in ein und derselben, zur optischen Axe senkrechten Ebene liegen, so hilft über diesen Mangel einmal schon, wenn er gering ist, das Accomodationsvermögen des Auges hinweg, und andererseits, wenn die Distanzdifferenzen grösser werden, eine kleine Hin- und Herbewegung an der Mikrometerschraube. Beide Mittel zum Scharfeinstellen aller Theile des Bildes werden um so unwillkürlicher und unbewusster vom Beobachter ausgeführt, je mehr derselbe an mikroskopische Arbeiten gewöhnt ist. — In gleicher Weise gewöhnt sich der geübte Mikroskopiker sehr bald daran, hauptsächlich nur das zu sehen, was wesentlich für die gerade vorliegende Beobachtung ist, dasjenige, was ohne Werth oder gar störend ist, aber zu übersehen. —

Ein geübter Mikroskopiker ist wohl im Stande aus einem nicht mit allen Theilen scharf einstehenden Object dennoch ein alle Details genügend wiedergebendes Bild zu zeichnen; anders arbeitet dagegen die lichtempfindliche Platte; sie giebt stets nur dasjenige Bild, welches wirklich in der einen Ebene liegt, scharf und deutlich; höher oder tiefer liegende Punkte erscheinen stets verschwommen. Ebensowenig bleibt selbst der geringste Fehler im Präparate auf der Platte unbemerkt, mit unnachsichtlicher Strenge wird eben Alles wiedergegeben, gleichviel ob gut, ob schlecht, ob von Bedeutung oder ohne jeden Werth. —

Der Mikroskopiker wird daher durch die Herstellung von Präparaten für die Mikrophotographie zu äusserst exactem Arbeiten gezwungen werden. Er wird alle Stäubchen, Luftblasen, Fragmente und dergl. aus seinen Präparaten fern zu halten genöthigt sein und seine Präparate durch ihre ganze Grösse hindurch eben legen müssen. —

Ist aber auf die angegebene Weise ein in allen seinen Theilen

gutes Bild erhalten, so bietet es auch dadurch, dass es positives Beweismaterial ist, grossen Vortheil und gestattet noch nach Jahren Messungen, Erklärungen zu geben und zweifelhafte Punkte aufzuklären, wenn schon lange das Präparat selbst vernichtet und zersetzt ist. —

Bei der Herstellung der Präparate kommt es demnach, nächst der Freihaltung von fremden, unzugehörigen Körpern, vor Allem darauf an, möglichst dünne, nur die in Frage kommende Ebene zeigende Präparate herzustellen, und dieselben möglichst diaphan zu machen. Eine Doppelschicht, wie sie sich zum Beispiel leicht bei Pflanzenquerschnitten dann einschleicht, wenn der Schnitt nicht fein genug

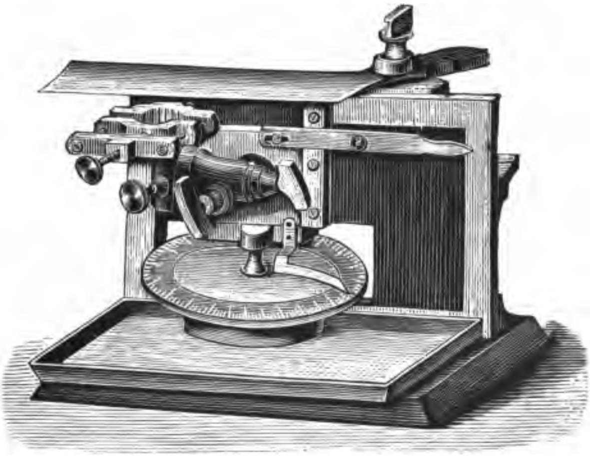


Fig. 49.

war, wird stets auf dem Bilde schlecht aussehen, weil die zu unterst liegende, nicht scharf einstehende Schicht durch ihre auf dem Bilde erscheinenden, verschwommenen Umrisse die Feinheit und Klarheit des eigentlichen Bildes stören wird. Aus diesem Grunde wird man bei Schnittpräparaten wie Dünnschliffen sehr feine, durchsichtige und klare Präparate herstellen müssen und darauf besonders zu achten haben, dass das fertige Präparat auch vollständig glatt auf dem Objectträger ausgebreitet wird und an keiner Stelle übereinander verschoben und doppelt liegt. —

Aus demselben Grunde wird man es vermeiden müssen, zuviel verschiedene Theile oder zu viel Individuen auf ein Gesichtsfeld

zu bringen, da die nicht scharf einstehenden den Eindruck des Bildes verderben.

Für grössere Präparate wird es sich deshalb stets empfehlen, die Querschnitte mit einem Mikrotom, wie solche jetzt in sehr guten und exact arbeitenden Constructionen von den verschiedensten Mechanikern angefertigt werden, auszuführen. Da bei diesen Instrumenten das fest eingespannte Messer durch eine sehr feine Führung stets in ein und derselben Ebene fortgeführt wird, und auch die Abstände zweier Schnittflächen von einander durch eine feine Mikrometerschraube, je nach Bedarf, bis auf ein Minimum regulirt werden können, wird man selbstverständlich viel feinere und gleichmässigere Schnitte erzielen können, als dies, selbst bei grösster Fertigkeit, mit der blossen Hand möglich ist.

Die eingehendere Beschreibung der Construction eines Mikrotomes würde hier zu weit führen und ergiebt sie sich zur Genüge aus beifolgender Figur (Fig. 49).

2. Chemische Präparation.

Nächst der mechanischen Präparirung der Objecte für die mikrophotographischen Aufnahmen kommt, als nicht minder wichtig, die chemische Präparation in Betracht. Auch hier ist bei den für photographische Aufnahme bestimmten Objecten vielfach eine andere Behandlung erforderlich, als sie blosse Beobachtungspräparate nöthig machen. —

Zunächst kommen hier die Aufbewahrungsarten für die verschiedenen Präparate in Betracht: Wie im Vorstehenden bereits gesagt, kommt es bei für mikrophotographische Aufnahme bestimmten Präparaten darauf an, sie möglichst durchscheinend und fein in Details gezeichnet erscheinen zu lassen und man wird, um dies zu erreichen, je nach der Natur des Objectes, dasselbe in verschiedene Medien einbetten müssen. Je näher das Brechungsvermögen des Mediums, in welchem ein Object ruht, demjenigen des Objectes selbst kommt, desto durchsichtiger und klarer wird das Object erscheinen.

Ist das Brechungsvermögen des betreffenden Objectes, zum Beispiel eines Krystalles, vollständig erreicht, so wird derselbe überhaupt nicht mehr in dem Medium wahrzunehmen sein; seine Kanten werden um so breiter und dunkler erscheinen, je mehr sein Brechungsvermögen von dem des Mediums differirt, um so zarter, je kleiner

diese Differenz ist. — Für sehr zarte und feine Objecte wird man daher, um die feinsten, an und für sich sehr durchsichtigen Details noch scharf und sichtbar zu erhalten, Medien zur Einlagerung wählen, die eine grosse Differenz des Brechungsexponenten gegenüber dem Objecte zeigen; bei dunklen, schwer durchsichtigen, opaken Objecten dagegen wird man zur Aufhellung stärker lichtbrechende Medien zu wählen haben. Aus diesem Grunde lagert man die feinen Diatomeen etc. in der schwach brechenden Luft, ohne Hinzufügung eines flüssigen Mediums, während man opake, undurchsichtige Objecte mit schwer erkennbaren Details durch Zusatz stark lichtbrechender Medien aufklärt. — Ein allgemein übliches Einbettungsmedium für mikroskopische Präparate ist der Canadabalsam, der besonders bei wasserfreien oder vorher getrockneten Objecten mit gutem Erfolge angewandt wird.

Für wasserhaltige Objecte, bei denen sich das Wasser ohne Veränderung ihrer Form oder Structurverhältnisse nicht gut entfernen lässt, verwenden wir mit gutem Erfolge eine Glycerin-Wassergelatine und zwar nach folgender Bereitungsweise hergestellt:

1 Theil möglichst reine, farblose Gelatine wird in 6 Theilen destillirten Wassers gelöst, alsdann 7 Theile Glycerin und 0,14 Theile Phenol hinzugefügt. Das Ganze wird 10—15 Minuten auf dem Wasserbade unter stetigem Umrühren erwärmt, bis die beim Mischen entstandenen Flocken wieder vollständig verschwunden sind, und alsdann durch Glaswolle oder Asbest noch warm filtrirt. Selbstverständlich muss man alle zur Anwendung kommenden Körper und Apparate rein und staubfrei halten und aus diesem Grunde auch die Glaswolle oder den Asbest vorher so lange mit Wasser waschen, bis dasselbe dauernd klar und frei von staubartigen Theilchen abläuft. —

Die Anwendung dieses Mediums geschieht in warmem, dünnflüssigem Zustande und hat den Vortheil, dass durch dasselbe die feinsten Formen der subtilsten Objecte nicht verändert werden. Für Aufnahme von beweglichen, lebenden Objecten eignet sich dieses zähflüssige Medium, wenn nöthig unter Fortlassung des Carbols, ebenfalls sehr gut, da es wie gesagt, die feinsten Formen erhält und doch die Bewegungserscheinungen verhindert. —

Auf die übrigen indifferenten Einbettungsmedien näher einzugehen, würde hier zu weit führen und gehen wir, in dieser Hinsicht auf die trefflichen Specialwerke über Mikroskopie verweisend, des-

halb auf die chemisch wirksamen Zusätze zu den Präparaten über. —

In der Mikrophotographie sind von diesen Zusätzen vor Allem alle diejenigen von ganz besonderem Interesse, welche eine Färbung der Objecte oder ihrer Theile bezwecken sollen. —

Haben diese Färbungsmittel für die gewöhnliche mikroskopische Beobachtung den Zweck, die einzelnen Theile der Objecte von einander unterscheidbarer und deutlicher hervortretend zu machen, so genügen sie diesem Zwecke, wie sich von selbst versteht, sobald sie die betreffenden Objecte, oder die in Rede stehenden Theile derselben, durch ihre Färbung deutlich gegen ihre Umgebung abheben; die Art der Farbe ist dabei unwesentlich.

Anders liegen die Verhältnisse bei den für photographische Aufnahmen zu benutzenden Objecten. Hier kommt es nicht sowohl darauf an, dass die gefärbten Theile für das Auge gut sichtbar und scharf begrenzt erscheinen, als vor allem darauf, dass die Farben, welche angewandt sind, auch für die lichtempfindliche Schicht die geeignete Wirkung haben. Auf die photographische Platte, resp. die lichtempfindliche Schicht, sind nun aber, wie wir eingehend bei dem Abschnitte über Focusdifferenz erörtert haben, gerade vorwiegend diejenigen Strahlen wirksam, gegen welche das menschliche Auge weniger empfindlich ist. Rothe und gelbe Strahlen, welche auf unser Auge am stärksten wirken und uns also den Begriff der Helligkeit erzeugen, treten in ihrer Wirkung auf die sensibilisirten Platten zurück und umgekehrt verhalten sich die blauen, violetten und ultravioletten Strahlen gegen das Auge ziemlich indifferent, dagegen desto wirksamer gegen die lichtempfindliche Platte. Blau und Violett wirken photographirt fast wie weiss, Roth und Grün dagegen fast wie schwarz.

Ein in seinen Details durch blaue oder violette Farben recht deutlich gezeichnetes und gegliedertes Bild wird deshalb auf einer photographischen Platte diese Details fast vollkommen verschwinden lassen und zur photographischen Aufnahme kaum geeignet sein, wenigstens nicht ohne Weiteres; ein roth oder braun gefärbtes Präparat wird dagegen, selbst wenn seine Färbung derartig schwach ist, dass sie für das Auge kaum genügt, dennoch für die photographische Aufnahme sich sehr geeignet zeigen.

Man wird also bei allen den Objecten, wo man es in der Hand hat, welche Farbe man zum Färben anwenden will, stets solche Farben zur

Hülfe ziehen, welche eine actinisch sehr geringe Wirkung zeigen, dagegen die stark chemisch wirkenden Farben zu vermeiden suchen.

Ob die eine oder die andere Farbe zum Färben von Objecten für den mikrophotographischen Gebrauch geeignet ist, oder nicht, kann man leicht durch den Versuch ermitteln und zwar wie folgt: Hat man einen Spectralapparat zur Verfügung, so wird man einfach eine Lösung der anzuwendenden Farbe durch denselben betrachten; liegt der Hampttheil des Spectrums im Roth bis Gelbgrün, während die blauen, violetten und darüber hinausgehenden Strahlen wenig oder garnicht vertreten sind, so ist der Farbstoff zum Färben sehr geeignet; er wird um so ungeeigneter, je weiter sein Spectrum in's Blaue reicht. —

Ist man nicht im Besitze eines Spectralapparates, so kann man sich dadurch helfen, dass man ein mit der betreffenden Farbe gefärbtes Präparat im Mikroskop beobachtet, während man in den Lichtweg die Kupferoxydammoniak- oder noch besser die Fehlingsche Lösung einschaltet. Alle zur Tinction brauchbaren Farben müssen fast schwarz erscheinen, also möglichst frei von violetten und blauen Farben sein. —

Als gute, zum Tingiren von Präparaten für photographische Zwecke geeignete Farben kommen neben Anilinroth (Fuchsin) und Braun, Carminlösung, Indigocarmin, in Oxalsäure gelöstes Berliner Blau, je nach der Art und Beschaffenheit der Objecte in Betracht, während für Injectionen noch die von Schultze vorgeschlagene Ueberosmiumsäure, die Höllensteinlösung, Goldchloridlösung, die zum Theil durch Beizung wirken, zu bemerken sind. —

Ueber die specifische Wirkung und Anwendung der einzelnen Anilinfarben finden wir das Nöthige in der gleich wiederzugebenden Anleitung von Rob. Koch zur Bacterienfärbung und können es deshalb hier übergehen. Die Färbung mit Campecheholz geschieht bei Injectionspräparaten ebenso, wie bei der von Koch angegebenen Bacillenfärbung durch spätere Behandlung der mit Campecheholzextract getränkten Theile mit schwacher Chromsäure. —

Wie man am besten Imbibitionen und Injectionen ausführt, muss, als zur mikroskopischen Technik gehörig, als bekannt vorausgesetzt werden und kann in den speciellen Werken über diesen Gegenstand nachgeschlagen werden; es sei hier nur bemerkt, dass gelbe, rothe und braune Imbibitionen und Injectionen nach dem oben Gesagten, wegen der geringen actinischen Kraft dieser Farben,

sehr schwach und zart auszuführen sind, wenn sie überhaupt Details auf dem Bilde erkennen lassen und nicht die gefärbten Theile monoton, undurchgearbeitet, dunkel wiedergeben sollen. —

Ueber Bacterienfärbung sagt Koch:[1])

Um von gefärbten Objecten gute Photographien zu erhalten, muss vor Allem die Bedingung erfüllt werden, dass das Präparat in den Theilen, welche auf dem Bilde besonders hervortreten sollen, z. B. Bacterien, Zellenkernen, möglichst intensiv mit einer solchen Farbe imprägnirt sei, die das blaue Licht nicht durchlässt, und die auf die lichtempfindliche Schicht also ebenso wie eine alles Licht absorbirende schwarze Farbe wirkt, und das sind vorwiegend gelbe und braune Farben.

Das Wichtigste bei der Bacterienfärbung ist, dass die bacterienhaltige Flüssigkeit in sehr dünner Schicht auf dem Deckglase eingetrocknet wird, um die Bacterien in einer Ebene zu fixiren, dass diese Schicht mit Farbstoffen behandelt und wieder aufgeweicht wird, um die Bacterien in ihre natürliche Form zurückzuführen und deutlicher sichtbar zu machen, dass das so gewonnene Präparat in conservirende Flüssigkeiten eingeschlossen und schliesslich zur Herstellung von naturgetreuen Abbildungen photographirt wird. Die Substanz ist stets in einer so dünnen Schicht auszubreiten, dass die Bacterien, Blutkörperchen u. s. w. sich nicht decken, sondern von einander durch kleinere oder grössere Zwischenräume getrennt liegen. Am Rande des eingetrockneten Tropfens findet man sehr oft einzelne isolirte Exemplare, welche sich vortrefflich dazu eignen, um sich von der Beständigkeit der Gestalt beim Eintrocknen des Bacterienkörpers zu überzeugen. Die einzigen auffälligen Veränderungen welche vorkommen, bestehen in der Abplattung der kugeligen, gelappten oder verzweigten Zoogloeamassen und in der Verwandlung schraubenförmiger Körper in eine Wellenlinie. Dieser Uebelstand lässt sich indessen dadurch leicht vermeiden, dass man sofort, nachdem die letzte Spur von sichtbarer Feuchtigkeit vom Deckglas verschwunden ist, das Präparat in der später anzugebenden Weise wieder aufweicht. Die Schleimhülle der Bacterien quillt dann vollständig wieder auf und gestattet dem Zoogloeahaufen oder der Spirale ihre natürliche Gestalt wieder einzunehmen. Bringt man ein mit getrockneter Bacterienschicht versehenes Deckglas in destil-

[1]) Cohn's Beiträge zur Biologie der Pflanzen Bd. II. Heft 3, S. 401 ff.

lirtes Wasser oder Glycerin, dann löst sich die Schicht schnell auf, und wird vom Glase fortgeschwemmt. Für sich allein genommen sind daher diese Flüssigkeiten zur weiteren Präparation der Bacterienschicht nicht zu gebrauchen.

Durch Einlegen des Gläschens in absoluten Alkohol, noch besser in eine Lösung von Chromsäure (0,5 %), lässt sich die Schicht unlöslich in Wasser und Glycerin machen, aber eine unerwünschte Nebenwirkung dieser erhärtenden Flüssigkeiten besteht darin, dass die Schleimhülle der Bacterien nicht mehr aufquillt, und deswegen die Bacterien, fest am Glase angepresst, oder in die coagulirte Grundsubstanz eingebettet, ihre natürliche Gestalt nicht wieder einnehmen können. Als ein Mittel, um die Schicht wieder aufzuquellen, ohne dass sie sich vom Glase ablöst, hat sich eine Lösung von essigsaurem Kali (1 Theil auf 2 Theile destillirten Wassers) erwiesen. Die Bacterien nehmen in derselben vollkommen ihre ursprüngliche Form wieder an, werden aber blasser und durchsichtiger als sie waren. Für grössere Formen ist dies kein Nachtheil, ebenso auch nicht für sporenhaltige Bacterien, da bei diesen die Sporen stark glänzend bleiben, also auch deutlich zu sehen sind. —

Eine weitere vortreffliche Eigenschaft der Lösung von essigsaurem Kali ist die, dass, nachdem die Bacterien aufgequollen sind, sie sich in derselben nicht weiter verändern. Man kann daher diese Flüssigkeit zum Conserviren des Präparates verwenden und letzteres sofort verkitten. Präparate, welche ich in dieser Weise angefertigt habe, sind Jahre lang ganz unverändert geblieben und werden sich vermuthlich auch noch lange Zeit halten. In den meisten Fällen, namentlich wenn es sich um die kleinsten Formen handelt, werden indessen die Bacterien zur genaueren Untersuchung und zum Photographiren zu blass, und es ist dann nothwendig, sie durch Farbstoffe deutlicher zu machen. Die verschiedensten Farbstoffe, welche in der Mikroskopie und in der Färberei benutzt werden, habe ich versucht, aber vor allen eignen sich die Anilinfarbstoffe am meisten zur Färbung der Bacterien. Letztere nehmen die Anilinfarben mit einer solchen Sicherheit, so schnell und reichlich auf, dass man alle diese Farben als Reagens zur Unterscheidung der Bacterien von krystallinischen und amorphen Niederschlägen, auch von feinsten Fetttröpfchen und anderen kleinsten Körpern benutzen kann. Ausserdem wirken die Anilinfarben in ihren wässerigen Lösungen ganz ähnlich wie das essigsaure Kali, indem sie die Schicht aufweichen, aber nicht vom Glase ablösen.

Unter den Anilinfarben habe ich anfangs nur die in Wasser löslichen benutzt und zwar vorzugsweise Methylviolett und Fuchsin. Die übrigen, namentlich Safranin, Gelb, Eosin, Orange, Methylgrün, Jodgrün, Blau färben nicht so kräftig und sind auch nicht so beständig. Für einzelne Objecte eignet sich Fuchsin besser, da es nicht so intensiv färbt wie Methylviolett. Gewöhnlich jedoch giebt das letztere die besten Resultate. Von den verschiedenen Farbenabstufungen des Methylviolett habe ich die blauen (in den Preislisten über Anilinfarben mit Methylviolett BBBBB bezeichnet) mit Vorliebe angewandt. Später, als es mir nicht allein darauf ankam, die Bacterien für das Auge, sondern auch für die photographische Platte bemerklicher zu machen, wandte ich meine Aufmerksamkeit auch den Anilinfarben zu, welche die chemisch wirksamen Lichtstrahlen, also den blauen Theil des Spectrums, nicht durchlassen. Die besten Resultate habe ich in dieser Beziehung mit einem Anilinbraun, sog. Neubraun, erzielt.

Die Anwendung der Anilinfarben ist ebenso einfach wie das übrige bisher beschriebene Verfahren. Von einer concentrirten, spirituösen Lösung des Methylviolett oder Fuchsin setze ich einige Tropfen zu 15—30 g destillirten Wassers, so dass sich letzteres intensiv färbt; hiervon bringe ich mit einer kleinen Pipette einige Tropfen auf die zu färbende Bacterienschicht und halte die Flüssigkeit auf dem Deckglase durch Drehen desselben in beständiger Bewegung. Nach einigen Secunden wird das Deckglas so schräg gehalten, dass die Anilinlösung an den Rand fliesst und die Bacterienschicht frei wird. An der mehr oder weniger blauen Farbe der letzteren erkennt man dann leicht, ob sie schon genügend gefärbt ist oder nicht; in letzterem Falle lässt man die Farbe von neuem darüber hinfliessen, bis die gewünschte Färbung erreicht ist. Mit einiger Uebung wird man bald die Concentration der Anilinlösung und die Dauer der Färbung für die verschiedenen Objecte richtig beurtheilen lernen. Wenn die Anilinlösung zu schwach ist, löst sich die Bacterienschicht vom Glase ab; ist sie zu stark, dann färbt sich die Grundsubstanz, welche die Bacterien umgiebt, zu stark und Letztere heben sich zu wenig von ihrer Umgebung ab.

In einem gelungenen Präparate muss nach der Färbung die Grundsubstanz (d. h. der Rückstand der verdunsteten Flüssigkeit) kaum zu bemerken, die Bacterien dagegen müssen kräftig gefärbt sein. Die grösseren Formen färbt man weniger stark, so dass Sporen-

bildung, Gliederung, körnige Beschaffenheit des Inhalts noch gut zu erkennen ist. Sobald der richtige Grad von Färbung erreicht ist, wischt man die Anilinlösung vom Rande des Deckglases oder saugt sie mit Fliesspapier möglichst vollständig weg, oder spült sie mit destillirtem Wasser oder einer verdünnten Lösung von essigsaurem Kali (1 : 10) fort. Auch hierin verhalten sich die einzelnen Präparate verschieden; manche vertragen das Abspülen mit destillirtem Wasser, andere wieder nicht.

Die Färbung mit Anilinbraun ist von der eben beschriebenen mit Methylviolett und Fuchsin etwas verschieden. Da die mit Braun gefärbten Präparate in der Lösung von essigsaurem Kali die Farbe verlieren, dagegen die Aufbewahrung in Glycerin vertragen, so muss man sie gleich von vornherein mit einem Tropfen einer concentrirten Lösung von Anilinbraun in gleichen Theilen von Glycerin und Wasser, welche von Zeit zu Zeit filtrirt werden muss, bedecken und einige Minuten stehen lassen. Alsdann haben die Bacterien sich genügend gefärbt, und es kann die Farbstofflösung mit reinem Glycerin abgespült werden. Eiweisshaltige Substanzen, wie Blut, Eiter und dergl., welche sich mit den wässerigen Lösungen des Methylviolett und Fuchsin nur schlecht färben lassen, geben mit in Glycerin gelöstem Braun ganz vorzügliche Präparate, welche sich auch besonders gut zum Photographiren eignen.

Zum Conserviren der so gefärbten Präparate kann man Canadabalsam, concentrirte Lösungen von essigsaurem Kali oder Glycerin verwenden. Zum Einlegen in Canadabalsam eignen sich nur die mit Methylviolett und Fuchsin gefärbten Präparate. Man lässt sie nach der Entfernung der Färbeflüssigkeit eine viertel bis eine halbe Stunde liegen, so dass sie vollkommen wieder trocken geworden sind und kann sie dann in gewöhnlicher Weise in Canadabalsam einlegen.

Mit Methylviolett und Fuchsin gefärbte Präparate müssen, wenn sie zum Photographiren benutzt werden sollen und wenn man die Bacterien in möglichst natürlicher Form erhalten will, in eine Lösung von essigsaurem Kali (1 : 2) und zwar unmittelbar nach Entfernung der Farbstofflösung noch feucht eingelegt und mit einem der gewöhnlich gebrauchten Kitte verschlossen werden. Glycerin kann man zum Einlegen dieser Präparate nicht gebrauchen, da es die Farbe auszieht. Für die mit Anilinbraun gefärbten Präparate ist dagegen Glycerin die beste Flüssigkeit zum Conserviren.

Zur Färbung der bei manchen Bacterienformen äusserst feinen

Geisselfäden benutze man das Extractum campechianum in einer concentrirten wässerigen Lösung, der, um Schimmelbildung zu verhüten, ein wenig Campher zugesetzt wird. Um derartige Präparate aufzubewahren, wird das Deckglas, an welchem die Bacterien haften, nach der Behandlung in eine schwache Chromsäurelösung oder in Müller'sche Flüssigkeit gebracht, worauf eine braunschwarz gefärbte, unlösliche Verbindung des Extractum campechianum mit dem Chrom sich bildet, worauf man das Präparat dauernd in Glycerin oder Canadabalsam einlegen kann und es seine Färbung behält.

3. Besondere Fälle.

Hat man es somit in der Hand, bei selbstzufertigenden Präparaten die Farbe nach Wunsch zu wählen, so wird man doch öfter in die Lage kommen, bereits fertige, nicht eigens für mikrophotographische Aufnahmen hergestellte Präparate benutzen zu müssen, da sie nicht in einem zweiten Exemplare zu beschaffen sind. — Sind solche Präparate mit den geeigneten Farben tingirt, so können sie freilich ohne Weiteres, unter Berücksichtigung des eben Gesagten, photographirt werden, sind sie aber mit für photographische Aufnahmen ungeeigneten, stark actinisch wirkenden Farben gefärbt (blau, violett), so wird man erst auf Umwegen zu brauchbaren Bildern gelangen können.

Einmal wird man, wenn dies angänglich, dem Präparate seinen Farbstoff entziehen und durch einen für die Photographie geeigneten ersetzen können. Zu dem Behufe behandelt man das betreffende Object, wenn Balsam oder Firniss als Zusatzmedium vorhanden ist, mit Chloroform, Terpentinöl oder einem anderen passenden Lösungsvehikel, dann extrahirt man den betreffenden Farbstoff mittelst Alkohol oder eines anderen entsprechenden Fluidums. Das so gereinigte Präparat wird alsdann nach einer der angegebenen Methoden mit nicht actinischen Farben neu gefärbt. —

Diese Methode hat einen grossen Nachtheil darin, dass ein fertiges, geeignet ausgebreitetes und fixirtes Präparat wieder gelockert und mit verschiedenen Agentien nacheinander behandelt werden muss. Es ist klar ersichtlich, dass ein feines, zartes Object bei solchen chemischen und mechanischen Einwirkungen, selbst in den Händen des gewandtesten Präparators, leicht beschädigt oder gar

ganz verdorben werden kann; besser wird es sicherlich durch solche Umfärbung nicht. — —

Zu dieser Gefährdung des Präparates, die gerade in den Fällen, wo es sich um nur schwer oder überhaupt gar nicht wieder zu beschaffende Objecte handelt, doppelt schwer in's Gewicht fallen muss, kommt noch der Uebelstand, dass sich diese Entfärbung überhaupt nur in ganz concreten Fällen ausführen lässt, bei sehr vielen Präparaten jedoch schlechterdings unmöglich ist. — —

Hierher gehören z. B. alle diejenigen Färbungen, welche durch Beizung der betreffenden Objecte selbst, wie z. B. durch Sibernitrat, Goldchlorid, Perosmiumsäure etc., erzeugt sind, oder welche durch Zusammenbringen zweier verschiedener Lösungen erst auf den Objecten einen unlöslichen Farbstoff niederschlagen, wie Campecheholz, Kaliumbichromat oder Chromsäure und dergleichen. —

Man wird deshalb besser zu der zweiten Methode, die für alle Fälle brauchbar ist und eine Aenderung am Objecte selbst nicht erforderlich macht, greifen. — Dieselbe besteht darin, dass man statt des blauen, in den Lichtweg einzuschaltenden Mediums, ein anders gefärbtes zur Anwendung bringt. Bei Anwendung dieses Correctionsverfahrens spart man die gewiss nicht geringe und stets mühselige Arbeit des Umpräparirens, man läuft nicht Gefahr das Präparat zu schädigen und kann endlich bei allen Präparaten ausnahmslos **gute** Resultate erhalten. —

Die Wahl des betreffenden, zur Bereitung der Absorptionslösung dienenden Farbstoffes wird man leicht auf folgende Weise treffen können:

Man beobachtet das betreffende, gefärbte Object im Mikroskope und schaltet in die Beleuchtung eine dem zur Tinction benutzten Farbstoff complementäre Farblösung ein. — Im allgemeinen wird man bei blauen und violetten Farben mit einer gelben oder braunen Lösung das gewünschte Resultat erzielen.

Je dunkler die eine oder die andere Farbstofflösung das Object auf dem monochromatischen Gesichtsfelde erscheinen lässt, desto geeigneter ist sie für den speciellen Fall. Als gelbe Lösung benutzen wir mit gutem Erfolge Kaliumbichromatlösung[1]), als braune eine Lösung von Bismarckbraun. — Besonders gut anwendbar sind diese Lösungen noch dadurch geworden, dass man nach den hoch-

---

[1]) Ueber die Stärke der Lösung siehe S. 135.

wichtigen Entdeckungen von H. W. Vogel im Jahre 1873 und den sich hieran schliessenden weiteren Errungenschaften in neuester Zeit dahin gekommen ist, Emulsionen zu bereiten, welche für die sonst actinisch weniger wirksamen grünen, gelben und rothen Strahlen besonders empfindlich sind; wir meinen die farbempfindlichen Platten, die wir im photographischen Theile näher besprechen wollen.

Solche gelben und braunen Lösungen verzögern allerdings die Expositionszeit erheblich und können deshalb bei dem ohnehin schon schwachen Petroleum- oder Gaslicht, sowie den übrigen Lichtquellen unserer zweiten Gruppe nicht zur Verwendung bei stärkeren Vergrösserungen gelangen. Anders liegt jedoch die Sache bei Sonnenlicht und beim elektrischen Licht, sowie vor allen beim Knallgaskalklicht.

Sonnenlicht und elektrisches Bogenlicht sind von derartiger actinischer Kraft und Stärke, dass sie, nach Fortnahme der blauen und violetten Strahlen durch gelbe oder braune Lösungen, immer noch kräftig genug bleiben, um bei nicht zu langer Expositionszeit noch genügend lichtstarke Bilder zu geben. — Leider ist aber das Sonnenlicht nicht stets zu haben und erhält deshalb, wie oben eingehend ausgeführt wurde, den Forscher in stetiger Abhängigkeit von der Witterung, während das elektrische Bogenlicht, als künstliche Lichtquelle zwar stets zu erhalten ist, in seiner Anwendung aber wegen der hohen Kosten, theuren Apparate und Maschinen, die es zu seiner Darstellung erforderlich macht, für den einzelnen Forscher und Privatmann immerhin viel zu beschränkt, wenn nicht gar ganz unmöglich ist.

Gerade hier ist deshalb das Kalklicht, das, wie die oben detaillirten Daten erweisen, leicht, bequem und ohne erhebliche Kosten zu beschaffen ist, am rechten Platze, besonders wenn man bedenkt, dass das Kalklicht sehr reich an zwischen roth und grün liegenden Strahlen ist und deshalb beim Passiren einer gelben oder braunen Scheibe oder Lösung an seiner chemischen Wirksamkeit bei Weitem nicht soviel verliert wie das elektrische Bogenlicht und das Sonnenlicht. Die Verlängerung der Expositionszeit bei Anwendung brauner und gelber Flüssigkeiten gegenüber den Aufnahmen bei directem oder blauem Lichte wird deshalb beim Kalklicht viel geringer sein, als sie es beim Sonnenlicht und dem elektrischen Bogenlichte sein muss. Es ist dies von um so grösserer Bedeutung, als das Kalklicht an und für sich schon eine immerhin nur recht kurze Expo-

sitionszeit erforderlich macht, die bei Vergrösserungen von ca. 750 linear und gewöhnlichen Trockenplatten nur 1—3 Secunden beträgt. — Es ist eben auch dies einer der vielen, die grosse Wichtigkeit des Kalklichtes für die Mikrophotographie recht deutlich beweisenden Vorzüge. — —

Auf die einzelnen für Dauerpräparate der verschiedensten Gattungen nöthigen Behandlungsweisen können wir an diesem Orte nicht eingehen, müssen vielmehr auf die ganz ausführlichen Specialwerke von Frey, J. Vogel, Dippel, Köllicker, Vogl, Schwendener u. A. verweisen. Dasselbe gilt von den extemporirten Präparaten, wie sie besonders häufig in forensischen Fällen vorkommen werden; doch sei bei diesen Präparaten nochmals ausdrücklich darauf hingewiesen, dass man alle zu beobachtenden Details genau in eine Ebene bringt, Luftblasen, Staub, sowie zu dichtes Aneinanderrücken vieler einzelner kleiner Objecte angelegentlichst vermeiden soll, damit die Klarheit und Uebersichtlichkeit des Ganzen nicht gestört werde.

Man thut eben viel besser daran, von einem verschiedene wichtige Details enthaltenden Präparate mehrere Aufnahmen nebeneinander zu machen, von denen jede einzelne einen besonderen Theil recht klar und deutlich erkennen lässt, als Alles auf einem Bilde haben zu wollen und dabei nur Weniges scharf und klar zu erhalten. —

III. Die Praxis der Aufnahme.

Wenn wir im Vorstehenden eingehend und möglichst erschöpfend die einzelnen Theile des zur Aufnahme einer Mikrophotographie nothwendig werdenden Gesammtapparates besprochen haben, so wollen wir im Folgenden, bevor wir zur Behandlung der bereits exponirten Platten, d. h. zur eigentlichen photographischen Praxis übergehen, noch kurz die Montirung des Gesammtapparates in Betracht ziehen und den Gang der an diesem Apparate bei der Aufnahme eines Bildes auszuführenden Manipulationen. —

Arbeitet man mit künstlichem Lichte, und dies wird man wegen des steten Zurhandseins entschieden dem Sonnenlichte vorziehen, so ist als Aufnahmezimmer jedes mit festem Fussboden versehene Zimmer zu benutzen; man wird am besten und bequemsten natürlich das Arbeitszimmer, in dem man seine Beobachtungen ausführt,

auch zu den Aufnahmen benutzen und so alle Weiterungen und unnützes Hin- und Herlaufen vermeiden.

Will man mit Sonnenlicht arbeiten, so muss man als Aufnahmezimmer natürlich ein nach der Sonnenseite, am besten nach Süden, gelegenes Local benutzen und thut in diesem Falle gut, den das Sonnenlicht reflectirenden Heliostaten oder grossen Planspiegel ausserhalb des Fensters aufzustellen; man hat dann nicht nöthig, um die etwa vom Fensterkreuz oder vom Fensterrahmen geworfenen Schatten zu meiden, mit dem ganzen Apparat des öfteren weiter zu rücken, sondern kann denselben stetig am selben Platze belassen. Zu dem kommt noch der Vortheil, dass man viel länger das Sonnenlicht ausnutzen kann, da es selbst dann noch durch den Spiegel in das Innere des Zimmers, und somit auf den Beleuchtungsapparat, geworfen werden kann, wenn die Sonnenstrahlen mit der Fensterwand parallele Schatten werfen und also nicht mehr direct in's Innere des Zimmers dringen. Den Spiegel kann man sehr wohl, wenn kein Heliostat zur Verfügung steht, vom Innern des Zimmers aus mit geeigneten Schnurläufen reguliren. Selbstverständlich muss man alle in den Weg des Lichtes kommenden Glasscheiben beseitigen, oder durch sehr gute Spiegelscheiben ersetzen. —

Es sei hier noch ganz ausdrücklich darauf hingewiesen, dass man bei Anwendung von directem, nicht durch eine matte Scheibe abgeblendetem Sonnenlichte, stets in den Beleuchtungsapparat eine mit Alaunlösung gefüllte Cuvette einschalten muss. Nur so ist es möglich, die Wärmestrahlen des Sonnenlichtes zu absorbiren und die Objecte und Objective vor der schädlichen Wirkung der im Brennpunkte der Linsen entstehenden, intensiven Hitze zu schützen.

Bei Ausserachtlassen dieser Vorsichtsmaassregel ist es schon des Oefteren vorgekommen, dass die Präparate zerstört und die Objective verletzt worden sind. —

Eingehende Versuche des Verfassers haben dagegen ergeben, dass bei Anwendung des Kalklichtes in der oben (S. 60) beschriebenen Weise im Objecte, selbst bei grösstmöglichster Concentration des Lichtes, in keiner Weise eine schädliche Temperaturerhöhung eintritt[1]), man somit beim Arbeiten mit Kalklicht auch ohne Ein-

[1]) Die Versuche ergaben, dass ein mit bei 42° C. schmelzendem Talg bestrichener Objectträger in den Brennpunkt des Condensors an Stelle

schaltung von, die Wärmestrahlen absorbirender Alaunlösung weder die Präparate noch die Objective irgend welcher Gefahr des Zerstörtwerdens aussetzt.

Zudem wird noch das Sonnenlicht den ganz erheblichen Nachtheil haben, dass es einmal oft von Wolken bedeckt ist, und zweitens nicht in jedem Arbeitszimmer, selbst wenn der Himmel klar ist, zu benutzen ist; man wird deshalb, da man im Kalklicht eine selbst bei stärksten Vergrösserungen ausreichende, billige, bequeme Lichtquelle besitzt, die stets zu haben und deshalb in jedem Arbeitsraume und zu jeder beliebigen Zeit anzuwenden ist, dieses vorziehen, besonders, da es auch bei stärksten Vergrösserungen und unter Anwendung der gewöhnlichen Trockenplatten nur Expositionszeiten erfordert, die eine Minute nicht oder nicht wesentlich übersteigen, bei starken (600—750) Vergrösserungen dagegen nur geringe Bruchtheile einer Minute (0,5—3 Secunden) ausmachen.

Bei schwächeren Vergrösserungen wendet man entweder eine der schwächeren Lichtquellen, wie sie in der zweiten Gruppe beschrieben sind, an, oder man stimmt die Helligkeit des Kalklichtes, wenn man die Expositionszeit verlängern will, ohne die Beleuchtung zu wechseln, durch Vermindern des Druckes sowie der Ausströmungsmengen der Gase herab. Zudem kann man, wie dies in dem Capitel „Beleuchtung" eingehend beschrieben, noch durch Einschaltung einer mattgeschliffenen Scheibe oder Verrückung der Condensorlinse ganz vorzügliche Resultate erzielen. —

Bei den künstlichen Lichtquellen thut man, aus den oben (S. 53) angegebenen Gründen, gut daran, Reflexionsspiegel so weit wie möglich zu umgehen; man wird deshalb bei nur in verticaler Lage brennenden Lichtgebern (Gas, Petroleum, gewöhnliches Bogenlicht) am besten horizontale Apparate, ohne Einschaltung von Spiegeln vorziehen und solche nur da verwenden, wo sie bei beweglichen, flüssigen, extemporirten Präparaten wegen der nothwendig verticalen Stellung des Apparates nicht zu umgehen sind; allerdings verliert man stets, wie dies die vielen, bereits näher besprochenen, Versuche unzweifelhaft ergeben haben, durch Spiegel 25% Licht und

---

des Objectes gebracht, nach 6 Minuten langem, ununterbrochenen Verweilen in demselben, noch nicht einen Beginn vom Schmelzen des Talges wahrnehmen liess, also noch nicht annähernd auf die, selbst für zarte Objecte in keiner Weise schädliche Temperatur von 42° C. gekommen war.

mehr, ein Verlust, der gerade bei künstlichen Lichtquellen besonders fühlbar wird.

Darin, dass das Kalklicht bei jeder Stellung des Apparates, mag dieselbe nun horizontal, vertical, oder schräg sein, ohne Anwendung von Spiegeln zu benutzen ist, besteht ebenfalls ein wesentlicher Vorzug desselben. —

Die Anordnung des Beleuchtungsapparates geschieht nach den oben (S. 60 und ff.) gegebenen Grundsätzen, und es muss der Beleuchtungsapparat genau centrirt sein. Man kann empirisch durch Hin- und Herschieben der betreffenden Linsen die beste Stellung des Beleuchtungsapparates und genaue Centrirung ermitteln; besser ist es jedoch, die günstigsten Distanzverhältnisse auf die beschriebene (S. 68) Weise ein für allemal für jede Beleuchtungsart vorher festzustellen und die Centrirung dann wie folgt zu bewerkstelligen:

Man lege in die weit ausgezogene Camera eine durchsichtige, den Platten an Grösse entsprechende Glasscheibe, deren Mittelpunkt (Kreuzungspunkt der Diagonalen) durch ein mit Diamant eingerissenes Kreuz bezeichnet ist. Man lege ferner auf die grosse Sammellinse eine derselben gleiche Papierscheibe, deren Mittelpunkt, der selbstredend mit dem Mittelpunkt der Sammellinse zusammenfällt, ebenfalls durch ein Kreuz, das mit Bleistift oder Feder aufgezeichnet ist, versehen ist. Hat man jetzt das Mikroskop in genau centrischer Stellung in den Apparat durch Festschrauben eingefügt, so blickt man durch den Tubus, aus dem das Objectiv und Ocular entfernt ist, von der mit Kreuz versehenen Glasscheibe her nach der auf der Sammellinse befindlichen Papierscheibe und regulirt die Stellung der Linse so, dass beim Visiren die Mittelpunkte des Glasscheiben- und des Papierscheibenkreuzes sich decken und zwar in der Mitte der kleinen, zum Einschrauben des Objectivs dienenden Oeffnung des Tubus liegen. Die Mitte dieser Tubusöffnung ist durch das Augenmaass, da die Oeffnung nur sehr kleinen Durchmesser hat, leicht zu finden.

Hat man auf diese Weise die Sammellinse centrirt, so stellt man die Lichtquelle auf den Schlitten direct oder durch Spiegelung derart ein, dass der von ihr durch die Sammellinse entworfene Lichtkreis mit dem der Objecttischöffnung concentrisch ist und fügt dann die Condensorlinse mit kurzer Brennweite ein.

Diese letztere endlich centrirt man durch folgende Manipulation: man stelle sich ein für alle Mal einen Objectträger von der

gewöhnlich angewandten Dicke her und klebe auf seine dem Objecte entsprechende Oberseite ein dünnes Blättchen weissen Papieres, auf dem man mehrere concentrische Kreise, theils etwas grösser, theils kleiner als die Objecttischöffnung, gezeichnet und den Mittelpunkt genau markirt hat. — Man lege diesen Objectträger nun, nachdem Lichtquelle und Sammellinse bereits centrirt sind, auf den Tisch des Mikroskopes und zwar so, dass die Kreise mit der Tischöffnung concentrisch zusammenfallen und regulire dann die Stellung der den Condensor bildenden Linsen derartig, dass das stark verkleinerte Bild der Lichtquelle, der helle Lichtkreis, mit dem Mittelpunkt der gezeichneten Kreise zusammenfällt.

Die Zeichnung mehrerer concentrischer Kreise erleichtert die Centrirung ungemein; man kann, weil man den Lichtpunkt nach dem Durchfallen durch das Papier, also abgeschwächt betrachtet, sehr genau reguliren und kleine Helligkeitsdifferenzen scharf wahrnehmen; so wird man zum Beispiel leicht bemerken, dass bei Annäherung der Linsen an das Object, das Lichtbildchen mehr blau, bei Entfernung mehr roth erscheint, weil der Brennpunkt der blauen Strahlen der Linse näher liegt als derjenige der rothen Strahlen (die Ränder der Lichtbildchen erscheinen natürlich entgegengesetzt gefärbt). —

Ist ein Condensor (siehe S. 64) an dem Mikroskope vorhanden, so ist, da derselbe fast stets genau centrirt ist, nur die Centrirung für Lichtquelle und Sammellinse nöthig. — Wie die Centrirung auf anderem Wege bei genau centrirten Condensoren und besonders dem Abbe geschieht, ist bereits S. 68 aufgeführt.

Nach genauer Centrirung der Beleuchtungsapparate in der einen oder anderen Weise, bei der man nur selten noch durch geringes Verrücken der Linsen zu corrigiren braucht, bringt man das Object auf den Mikroskoptisch und sucht mit Hülfe der matten oder weissen Scheibe (siehe S. 118) zunächst die passende Stelle auf und stellt ein. Zum Aufsuchen kann man, nach dem Gesagten, (S. 84) entweder einen um den betreffenden Theil des Objectes gezogenen Kreis, oder ein mittelst Revolverapparates umzuschaltendes, schwächeres Objectiv benutzen.

Ist möglichst scharf eingestellt, so setzt man an Stelle der matten Scheibe die durchsichtige Spiegelscheibe, schaltet die Absorptionslösung in den Beleuchtungsapparat ein und stellt jetzt endgiltig scharf mit der Einstell-Lupe ein (S. 118).

Nachdem der Apparat nun ca. 3—5 Minuten ruhig gestanden, prüft man nochmals die Einstellung, überzeugt sich durch gehörige Regulirung der Lichtquelle, dass das Maximum an Helligkeit erreicht ist und fügt, wenn die Einstellung unverändert scharf geblieben, nunmehr, unter Vermeidung jeder Erschütterung des Apparates, an Stelle der Scheibe die die lichtempfindliche Platte enthaltende Cassette ein. Das Einlegen der Platte in die Cassette besorgt man füglich in der Pause von 3—5 Minuten nach der ersten genauen Einstellung.

Beim Einlegen der Platte achte man darauf, dass die Hinterwand der Cassette keine Reflexe giebt (S. 115). — Nachdem die Cassette eingeschoben, schiebe man den Obturator oder Momentverschluss ein und ziehe dann den Cassettenschieber[1]), ebenfalls sehr vorsichtig und ruhig, zurück und bedecke den oberen Theil des Apparates mit einem leichten aber lichtdichten Tuche, damit jede Spur fremden Lichtes abgehalten wird. —

Nachdem man nun einen Augenblick gewartet, exponirt man durch Wegziehen des Obturators oder Auslösen des Momentverschlusses in gewünschter Zeitdauer, schiebt dann den Cassettenschieber zu[1]) und entfernt die Cassette.

Bringt man jetzt nochmals vorsichtig an ihre Stelle die durchsichtige Scheibe und findet, bei der nun folgenden Revision der Einstellung mit der Einstell-Lupe, noch scharf und gut eingestellt, so liegt, wenn das erhaltene Bild nicht gut ausfällt, die Schuld keinenfalls an der Einstellung. — Es folgt nun die Entwickelung des Bildes in der im folgenden Abschnitte zu gebenden Art und Weise

Diese Operationen werden sich bei den verschiedensten Aufnahmen stets in derselben Art und Reihenfolge wiederholen und nur unwesentlichen Aenderungen je nach Art des Objectes oder Apparates unterworfen sein.

Will man nicht die Focusdifferenz durch Absorptionslösungen, sondern durch Verschieben der Camera oder Drehen der Mikrometerschraube corrigiren, so geschieht diese Correction selbstverständlich nach der **fertigen** Einstellung im weissen Lichte, während man jede nachträgliche Aenderung umgeht, wenn man (nach der auf S. 125 angegebenen Methode) die Correction schon vorher durch Veränderung der Lage der Einstellscheibe oder Einstell-Lupe, nach den für jede Vergrösserung ermittelten Normen, vornimmt (S. 126).

---

[1]) Nie zu vergessen!

Nach Beendigung der Aufnahme controllirt man genau die Distanz der Hinterwand der Camera vom Objective durch Ablesen an der Laufbrettheilung, um genau die Stärke der Vergrösserung nach der angegebenen Weise (S. 142) berechnen und feststellen zu können.

Wendet man Kalklicht an, so wird man, wie dies bereits erwähnt ist, stets den Spiegel vermeiden, da das Licht sowohl bei verticalem wie horizontalem und schräggestelltem Apparat gleich gut brennt; man wird die Stärke des Lichtes durch den Druck und durch die Zuströmung der Gase je nach der Vergrösserung reguliren, und die vorläufige Einstellung bei gedämpftem Licht, d. h. bei nicht vollständig geöffneten Hähnen, vornehmen.

Während aller Operationen, bei denen man des Lichtes nicht bedarf, wie Einschieben der Cassette, der Pause von 3—5 Minuten, sowie sofort nach Beendigung der Exposition, dreht man das Sauerstoffgas vollständig, das Leuchtgas bis auf eine kleine Flamme ab, und erreicht hierdurch einen doppelten Vortheil: einmal spart man an Sauerstoff, und zweitens wird der Kalkcylinder nicht so stark durch Zusammensintern abgenutzt, glüht also länger im hellsten Lichte (S. 47).

Das den Sauerstoff haltende Gasometer oder die Gassäcke stellt man am besten in einiger Entfernung vom Apparate auf, da dann bei der Bedienung des Gasapparates etwa vorkommende Erschütterungen sich nicht so leicht auf den mikrophotographischen Apparat übertragen. Um trotz der Entfernung der Gasbehälter die Knallgasflamme, während man am mikrophotographischen Apparat beschäftigt ist, reguliren zu können, bringt Verfasser an dem den Apparat tragenden Tische ein kleines, zwei Hähne tragendes Brettchen an; diese Hähne sind in die Gaszuleitungen eingeschaltet und lassen so die Flamme auch vom Apparat aus reguliren (s. Fig. 35). —

Von der grössten Intensität des Lichtes überzeugt man sich am besten, indem man eine seitlich liegende Wand oder dergleichen, die von dem Knallgaslicht erhellt wird, während der Regulirung betrachtet; man wird an derselben leicht erkennen, bei welcher Stellung der Hähne das Maximum an Helligkeit erreicht ist, jedenfalls viel exacter und leichter, als wenn man, wie dies öfter geschieht, das Licht direct mit blauer Brille betrachtet.

Hat der Apparat die vom Verfasser angegebene Construction, so wird der Experimentator in keiner Weise durch das grelle Licht geblendet und gestört, da die den Apparat tragende Platte

nur die Strahlen in der für den Beleuchtungsapparat gelassenen Kreisöffnung nach der Richtung der Camera hin durchlässt, alle übrigen aber abblendet. — Man kann diese Abblendung noch vervollständigen, wenn man rings um das Holzgestell des verticalen Apparates eine bis auf den Boden reichende Gardine, die auf Schnüren oder Stangen vor- und zurückziehbar ist, befestigt; man arbeitet dann in nur schwach erhelltem Raume. In der Figur 35 ist diese Gardine, der grösseren Uebersichtlichkeit über die unter der Tischplatte befindlichen Theile wegen, fortgelassen.

Expositionsdauer.

Der wichtigste aller bei der Aufnahme der Bilder in Betracht kommenden Factoren ist die Länge der Expositionszeit; von ihrer richtigen Wahl hängt, nächst der guten Einstellung, am meisten das Gelingen der Aufnahme ab. Kann man auch ein zu kurz exponirtes Bild verstärken und ein zu lange exponirtes Bild abschwächen, so werden doch stets die richtig lange exponirten Bilder die besten Copieen geben.

Besonders scharf ist der Unterschied noch bei den hoch lichtempfindlichen Gelatineplatten geworden, gegenüber den früher ausschliesslich angewandten, viel langsamer arbeitenden, nassen Platten.

Die Dauer der Exposition ist von sehr vielen und ganz verschiedenen Umständen abhängig, so dass man die richtige Wahl der Erfahrung des Operirenden überlassen muss, der sehr bald an dem Eindruck, den das Bild, auf der matten oder weissen Scheibe gesehen, hervorbringt, mit zweifelloser Sicherheit die für jeden Fall erforderliche Expositionsdauer abschätzen und zu bemessen lernt. Im allgemeinen kann man als Norm aufstellen, dass es besser ist, ein Bild zu lange, als zu kurz zu exponiren; ein zu lange exponirtes Bild lässt sich durch kürzere Entwickelung und Zusatz von die Entwickelung verlangsamenden Reagentien, stets noch gut erhalten, oder wenn es einmal schon entwickelt ist, wieder abschwächen, ohne in den Details zu verlieren; dagegen wird ein zu kurze Zeit exponirtes Bild zwar durch geeignete Verstärkung vollkommen stark und dicht genug zu erhalten sein, die Details werden aber immer mehr oder weniger fehlen und durch alle diese Mittel, da das Licht eben nicht durch die lichtschwächeren, dickeren Stellen des Objectes hindurch gewirkt hat, nicht zu erhalten sein. —

Verkürzend wirken auf die Expositionsdauer, unter übrigens gleichen Umständen, einmal Beleuchtungslinsen von grossem Durchmesser, dann directe centrale Beleuchtung und Vermeidung von Reflectoren.

Bedeutend verlangsamt wird die Exposition durch Einfügung von gelben und braunen Absorptionsflüssigkeiten oder durch die Anwendung sehr vieler Linsen, weil bei dem Durchgang der Lichtstrahlen durch verschieden stark brechende Medien stets ein erheblicher Verlust durch Absorption und Reflexion entsteht; ebenso verlängert die Einschaltung von Polarisatoren die Exposition auf ca. 5—6 fache Zeit, wegen der im Nicol stattfindenden starken Absorption (Beseitigung des ordentlichen Strahles), und verlangsamen endlich Blenden mit sehr kleiner oder halber Oeffnung (siehe oben S. 70 u. 71) die Aufnahme recht erheblich.

Für dieselben Objective und Oculare wächst die Expositionszeit mit der Länge des Scheibenabstandes vom Objective, und zwar im quadratischen Verhältniss; man kann also, wenn man die Länge der Expositionszeit für die bei einer bestimmten Cameralänge erzielte Vergrösserung kennt, ohne Weiteres dieselbe auch für alle anderen durch Veränderung der Cameralänge mit denselben Linsen (natürlich unter gleichen Bedingungen der Beleuchtung) zu erzielenden Vergrösserungen durch Rechnung finden, indem man die jeweiligen Abstände der Platte vom Objective in's Quadrat erhebt. Bei doppeltem Abstande der Platte wird die Expositionszeit also eine vierfache, bei dreifachem eine neunfache sein müssen u. s. f. —

Dass natürlich mit chemisch weniger wirksamen Farben (roth, grün und braun) gefärbte, sowie dickere, undurchsichtigere Präparate länger exponirt werden müssen als blau, violett gefärbte oder dünne, transparente Objecte, ist, nach den bei den Präparaten gegebenen Erklärungen (S. 150), von selbst verständlich.

Die Lichtquellen wirken selbstredend nach ihrer Stärke ganz verschieden, Sonnenlicht wirkt am stärksten und bedarf bei kleineren Vergrösserungen Moment-, bei den stärksten nur den Bruchtheil einer Minute nicht überschreitende Expositionen.

Nächst dem Sonnenlicht steht in seiner Wirkung das elektrische Bogenlicht, das jedoch in seiner Wirkung je nach der Stärke des Stromes sehr variirt und für das deshalb keine festen Daten zu geben sind.

Das nächst stärkste Licht ist das des verbrennenden Magne-

siums, das jedoch, wegen der stetigen Bewegung des leuchtenden Punktes, bei stärkeren Vergrösserungen (500 und mehr) nicht gut zu verwenden ist, bei schwächeren Vergrösserungen aber sehr gut durch Gasglühlicht, elektrisches Glühlicht und gute Petroleumbrenner ersetzt wird. —

Sehr stark bei geeigneter Herrichtung (siehe oben S. 60) des Beleuchtungsapparates wirkt das Knallgaslicht, denn es gestattet noch bei 1200 facher Linearvergrösserung mit gewöhnlichen Platten Aufnahmen von nur ca. 15 Secunden Exposition, während diese Expositionszeit bei 750 facher Vergrösserung bereits auf 1—3 Secunden und weniger unter Anwendung gewöhnlicher Platten (nicht Moment- oder besonders empfindlicher Platten, wie Bernaert-, Eosinbade-Platten und dergl.) herabsinkt.

Aus diesem Grunde ist gerade das Knallgaskalklicht berufen, das nicht stets und beständig zur Verfügung stehende Sonnenlicht zu ersetzen, zumal es in seiner Darstellung wie Handhabung, bei Innehaltung der richtigen Maassnahmen sehr bequem, handlich, gefahrlos und, was die Hauptsache ist, verhältnissmässig recht billig ist; eine Stunde kostet nur ca. 30—35 Pf., wenn man sparsam arbeitet und nicht ohne Zweck das Licht hell brennen lässt. —

Ausser von den genannten Bedingungen ist die Expositionsdauer noch sehr wesentlich von der Art der angewandten Platten abhängig. Die bisher gegebenen Daten gelten für die gewöhnlichen Landschafts- und Portraitplatten, wie sie von Schippang, Schüler & Günther, Sachs & Cie. in Berlin, Dr. Schleussner in Frankfurt a. M. in Handel gebracht werden. Die George Rothe'schen Platten sind bedeutend weniger empfindlich, geben aber klarere, unverschleierte Lichter.

Bedeutend empfindlicher als die gewöhnlichen Platten sind die von Bernaert, sowie die Badeplatten von Eosin- und Erythrosinsilber. — —

Die Empfindlichkeit der verschiedenen Plattenarten ändert sich natürlich auch sehr nach der Art der angewandten Lichtquelle; einige Platten sind mehr für blaues, andere mehr für violettes Licht, wieder andere endlich für an gelben Strahlen reicheres Licht empfindlich.

Normalzahlen lassen sich deshalb keinenfalls aufstellen und muss der Operateur jede einzelne Plattenart erst genau in ihrer Wirkung und Empfindlichkeit studiren. Aus diesem Grunde thut man gut,

nicht gleich zu Anfang mit verschiedenen Sorten neben- und durcheinander zu arbeiten; man erhält sonst zu leicht schlechte oder nicht genügende Resultate und verliert bald die Lust. Arbeitet man jedoch anfangs stets mit derselben Sorte Platten, so wird man bald deren Eigenheiten erfasst haben und sicher in ihrer Behandlung sein. —

Geht man jetzt erst zu anderen Plattensorten über, so wird man leicht und schnell die charakteristischen Unterschiede der beiden Sorten erkennen und viel Zeit und Mühe sparen. — Es empfiehlt sich nicht, gleich mit sehr empfindlichen Platten zu beginnen, sondern es ist entschieden instructiver, wenn man seine ersten Versuche mit weniger empfindlichen Platten anstellt. —

Obwohl man sehr bald lernt, die Dauer der Exposition richtig nach dem vom Bilde auf der matten Scheibe empfundenen Gesammteindruck abzupassen, ist es doch des Oefteren recht praktisch, dieselbe durch einen Versuch zu ermitteln, und es geschieht dies am besten wie folgt:

Man lege wie gewöhnlich die lichtempfindliche, zu prüfende Platte in die Cassette, nachdem man vorher in der üblichen Weise ein durchsichtiges Object eingestellt hat. Man öffne nun den Cassettenschieber nicht vollständig, sondern ziehe ihn nur soweit zurück, dass zunächst der vierte Theil des entworfenen Bildes auf der Platte frei wird. Entfernt man nun den Obturator auf bestimmte Zeit, zieht nach der Abschliessung des Lichtes durch Wiedervorschieben des Obturators den Schieber der Cassette bis zur Hälfte auf, exponirt wieder die gleiche Zeit wie zuvor, und wiederholt diese Operation im Ganzen viermal, so hat man schliesslich das gesammte Bild in vier verschiedene Theile getheilt, deren Expositionszeiten sich wie 1 : 2 : 3 : 4 verhalten, und bei denen als Einheit die jedesmalige Expositionsdauer gilt. —

Entwickelt man eine solche Platte, so wird man sofort erkennen, welche Expositionszeit die richtige ist, beziehentlich zwischen welchen der vier Zeitlängen die richtige Expositionsdauer liegen muss und welches Maximum und Minimum sie **nicht** überschreiten darf.

Hat man die Aufnahmezeit für den ersten Theil der Platte schon zu lange oder für den vierten Theil der Platte noch zu kurz bemessen, so wird man bei einer zweiten entsprechend kürzer oder länger zu exponirenden Platte, ziemlich sicher das Richtige treffen und gleichzeitig aus den nicht richtig exponirten Plattentheilen er-

sehen können, wie über- oder unterexponirte Platten sich ausnehmen. —

Zur Messung der Expositionszeit bedient man sich, so lange man noch nicht im Secundenzählen genügend geübt ist, einer Secundenuhr, oder eines genau 1 m langen mit kleinem Gewicht versehenen Pendels.

Für kürzere Expositionen als eine Secunde dient der Momentverschluss, unter Berücksichtigung der oben gegebenen Bedingungen (S. 136). Es ist hier der mit Bremsvorrichtung versehene Verschluss nochmals ganz besonders zu empfehlen, da er eine genaue Regelung der Oeffnungszeit auf geringe Bruchtheile einer Secunde noch mit Sicherheit zulässt. —

Vierter Abschnitt.

I. Allgemeines.

1. Die Trockenplatten.

Nach der Exposition der sensibilisirten Platte in der Camera unter den gegebenen Verhaltungsmaassregeln, wird dieselbe immerhin noch äusserlich unverändert erscheinen; das Bild ist eben latent und bedarf erst einer gewissen Behandlung, um in Erscheinung zu treten. Von der richtigen Art und Weise, wie die weitere Behandlung durchgeführt wird, hängt vielfach das Gelingen des fertigen Bildes ab und ist deshalb das Studium der eigentlichen photographischen Praxis von nicht zu unterschätzendem Werthe; kann man doch oft genug ein zu lange oder zu kurz exponirtes Bild noch durch eine richtige und sachgemässe Behandlung völlig brauchbar machen.

Bei den nun folgenden Besprechungen über die Behandlung der fertig exponirten Platten soll ausschliesslich auf die Trockenplatten Rücksicht genommen werden, das früher einzig und allein benutzte nasse Verfahren dagegen nicht des Weiteren erörtert werden.

Vorzüge der Trockenplatten.

Es liegt klar zu Tage, dass die Trockenplatten in ihrer heutigen vervollkommneten Form ganz entschiedene Vorzüge vor dem früheren Verfahren bieten. Haben doch gerade die letzten acht Jahre auf dem Gebiete der Trockenplatten-Fabrikation grosse Fortschritte gezeitigt, so dass man heute in der Lage ist, durchaus zuverlässige, sich stets gleichbleibende Trockenplatten von vorzüglichster Qualität im Handel zu beziehen, die in ihrer Leistungsfähigkeit das früher als Ideal für Trockenplatten geltende nasse Verfahren weit hinter sich zurücklassen.

Gewähren doch ferner gerade die Trockenplatten den erheblichen Vorzug vor den nassen Platten, dass sie fix und fertig lange Zeit haltbar sind und nicht, wie die nassen Platten, gleich nach der Exposition entwickelt werden müssen. Ist doch endlich selbst ein auch nur einigermaassen geübter Experimentator wohl im Stande mit guten Trockenplatten brauchbare Bilder zu erhalten, während beim nassen Verfahren Geschicklichkeit und längere Uebung die unerlässlichen Bedingungen zu Erreichung guter Resultate waren.

Hierzu kommt dann noch als weiterer Vorzug die grössere Empfindlichkeit der Bromsilbergelatineplatten, so dass es uns nicht Wunder nehmen kann, dass gerade in dem letzten Jahrzehnt die Photographie in ihrer Anwendung für die Wissenschaft im Allgemeinen, als ganz besonders für die Mikrophotographie durch Einführung von Trockenplatten sich in immer weiteren Kreisen verbreitet und immer mehr nutzbar gemacht hat. —

Diese unzweifelhaften Vorzüge des „trockenen“ Verfahrens gegenüber dem „nassen“ Verfahren, welche nicht nur in grösserer Einfachheit und Bequemlichkeit, sondern auch in besserer Leistungsfähigkeit und leichterer Anwendbarkeit bestehen, lassen es gerechtfertigt erscheinen, wenn im Folgenden nur die Trockenplatten Berücksichtigung gefunden haben, das nasse Verfahren jedoch, als auf ein nur in Ausnahmefällen noch angewandtes, unter Hinweis auf ältere, ausführliche Specialwerke, eben nur erwähnt wird. —

Ueber die eigenartige Verpackungsweise der Trockenplatten, wie sie von den verschiedenen Firmen ausgeführt wird, über die Art und Weise ihrer Aufbewahrung, sowie über die der Exposition voraufgehende Behandlung finden wir das Nähere im ersten Theile des „Negativprocesses“ (S. 184) und wollen deshalb hier nur noch auf die bei allen Platten üblichen Grössenformate, sowie die besondere Gattung der „ortho“- oder „isochromatischen“ Platten eingehen.

Ein Recept für die Bereitung der Emulsion, sowie die Herstellung der Platten vermittelst derselben hier zu geben, scheint uns zu weit führend, und verweisen wir in dieser Beziehung auf die ganz vortrefflichen Werke von Eder und Vogel. —

Format der Platten und Reinigung schon benutzter Platten.

Seitdem die Platten von besseren Fabriken in solcher Güte und von solcher Zuverlässigkeit geliefert werden, dass sie den selbst

angefertigten Platten nicht nur gleichkommen, dieselben vielmehr übertreffen, beziehen fast alle Fachphotographen dieselben fix und fertig. —

Noch mehr wird sich dies für den Mikrophotogaphen empfehlen, da sein Verbrauch an Platten, gegenüber demjenigen eines Fachphotographen, doch immerhin noch erheblich zurückbleibt. —

Zudem ist zu erwägen, dass die Herstellung der Emulsion, wie auch das Giessen der Platten stets eine gewisse Fertigkeit und Erfahrung erfordert, und dass ausserdem noch mancherlei Apparate und besondere Einrichtungen unumgänglich nöthig sind, wenn man ein gutes Product erzielen will. —

Ist es deshalb für den Mikrophotographen gerathen, stets fertige Platten zu beziehen, so wird es für ihn nicht minder wichtig sein, auch die handelsüblichen Formate der Platten näher zu kennen. —

Auf den ersten Blick scheint es für die Aufnahme von Mikrophotogrammen am praktischsten, Platten von quadratischer Form zu verwenden, da das vom Objectiv oder Ocular entworfene Bild stets kreisrund ist, also auf quadratischer Platte einen dieselbe nach den Seiten hin vollständig ausnutzenden, in das Quadrat eingeschriebenen Kreis bildet.

Nun sind aber die handelsüblichen Plattenformate nicht quadratisch, sondern oblong, und es müsste sich der Mikrophotograph deshalb entweder Platten quadratischen Formates besonders anfertigen, oder aus schon fertigen Platten durch Zuschneiden herstellen lassen. —

Beide Herstellungsweisen haben jedoch ihre Bedenken:

Bei dem Zuschneidenlassen aus grösseren Platten wird man, wie es auch gar nicht anders zu erwarten steht, für die kleineren Formate denselben Preis zahlen müssen, den die grösseren, aus denen sie geschnitten wurden, gekostet haben. Man hat also nur einen Verlust an Zeit und keinen pecuniären Vortheil. —

Bei der Herstellung besonderer quadratischer Formate von Grund aus tritt aber neben der Verzögerung, welche die besondere Anfertigung hier im erhöhten Maasse in sich schliesst, noch der Umstand in den Vordergrund, dass man stets frische, unabgelagerte Platten erhält; wenigstens ist nicht anzunehmen, dass die Fabrikanten, neben der grossen Zahl verschiedener oblonger

Formate auch noch, für verhältnissmässig nur seltene Fälle, andere quadratische Formate vorräthig halten werden. —

Frische Platten haben nun aber gegenüber den abgelagerten den Nachtheil, dass sie leichter kräuseln und nicht so brillante, reine und schleierlose Bilder liefern wie diese (siehe auch S. 185).

Aus allen diesen Gründen wird man entschieden gut thun, sich auch in der mikrophotographischen Praxis an die üblichen, überall käuflich zu habenden Plattenformate zu halten, besonders da in neuester Zeit in diesem Punkte durch Uebereinkommen ein conventionelles Einheitsmaass geschaffen ist. —

Die von den deutschen Fabrikanten[1]) und Händlern, denen sich auch die österreichischen angeschlossen haben[2]), festgesetzten Grössen sind: 9 : 12, 12 : 16, 13 : 18, 13 : 21, 18 : 24, 24 : 30, 30 : 40, 40 : 50 und 50 : 60 cm, neben denen noch vorläufig: 10 : 13, 16 : 21, 21 : 27, 26 : 31, 29 : 34, 34 : 39 und 39 : 47 cm bestehen bleiben.

Richtet man nun seine Cassetten, resp. deren Einlagen, auf diese Maasse ein, so wird man wegen Bezuges guter Platten nie in Verlegenheit kommen. —

Da viele Plattenfabrikanten es jetzt auch eingeführt haben, schon einmal gebrauchte Platten von Neuem mit Emulsion zu überziehen, die Platten aber in bereits gereinigtem Zustande hierfür verlangen, so sei hier noch kurz des Reinigungsverfahrens für schon benutzt gewesene Platten gedacht:

Man entfernt Lack- und Emulsionsreste durch Behandeln der Platten mit 5—10 procentiger Natronlauge (1,06 — 1,15 spec. Gew.) in der Wärme während längerer Zeitdauer. —

Sehr energisch wirkt auch eine Lösung von je 6 Theilen Schwefelsäure und Kaliumbichromat in 100 Theilen Wasser. —

Nachputzen mit „Grüne's Plattenputzpulver“[3]) oder Polirroth ist sehr zu empfehlen. —

Schadhafte oder mit Blasen, Schrammen und Poren versehene Platten wirft man besser weg, da sie doch nur fehlerhafte Bilder geben würden.

---

[1]) Photograph. Wochenblatt 1884 S. 377. — Phot. Corresp. 1885, S. 67. — Eder S. 151.

[2]) Photogr. Corresp. 1885 l. c. und S. 92.

[3]) Geschlämmter Kieselguhr bezogen von Benkendorff, Berlin SW., Friedrichstrasse.

Orthochromatische Platten.

Wenn die gewöhnlichen Trockenplatten vor dem nassen Verfahren den Vorzug erheblich grösserer Empfindlichkeit im Allgemeinen zeigen, so sind sie doch, wie diese, noch immer für Roth, Gelb und Grün recht unempfindlich, und geben diese Farben nicht in ihrem richtigen Werthe wieder. —

Es war deshalb ein immenser Fortschritt, als es vor ungefähr einem Jahrzehnt gelang, solche Platten herzustellen, welche farbenrichtige Aufnahme gestatten.

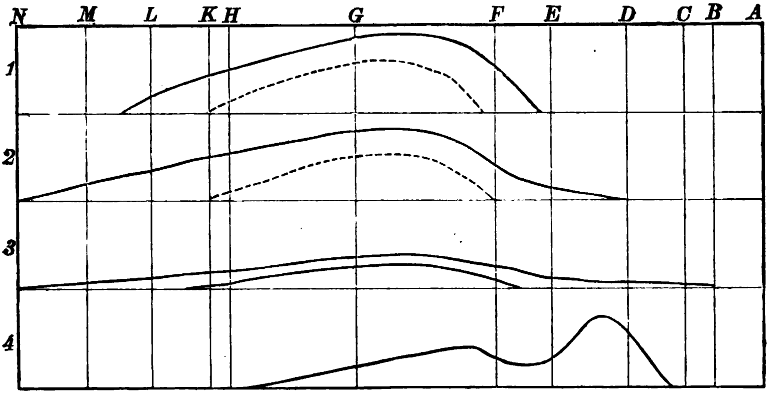


Fig. 50.

Man hat nämlich, nachdem Vogel 1873 die Entdeckung gemacht hat, dass durch Färbung der Platten mit Farblösungen dieselben für rothe, gelbe und grüne Strahlen empfindlicher würden, wenn die Farbstoffe diese Farben absorbiren, diese Entdeckung in der Praxis nutzbar gemacht, indem man mit Corallin (Vogel), Eosin (Attout & Clayton) etc. gefärbte Emulsionen zu besonders für die schwächer brechbaren Lichtstrahlen empfindlichen Platten verwandte. Man belichtet dann das Negativ unter Einschaltung einer gelben Scheibe und erhält das Maximum der Intensität zwischen den Fraunhofer'schen Linien D und E, während es bei ungefärbten Platten bei G und F liegt.

Die obenstehenden Curven geben die Wirkung des Lichtes auf Bromsilbergelatine und zwar stellen 1—3 die Curven bei ungefärbter Emulsion (die der kürzeren Exposition entsprechende Curve ist punktirt, die der längeren Exposition entsprechende ist ausgezogen)

dar, die Curve 4 giebt dagegen die actinische Wirkung von mit Eosin gefärbter Emulsion wieder.

Anstatt die Emulsion bei der Bereitung zu färben, kann man auch die fertigen Platten in einer Farblösung baden. Die Lösung braucht nur sehr wenig Farbstoff zu enthalten, die Menge desselben wechselt natürlich nach Art des Farbstoffes; meistens genügt schon $^1/_{10000}$ — $^1/_{500}$ %. Eosin z. B. braucht nur ersteren Procentsatz.

Dass solche „iso-" oder „orthochromatischen" Platten gerade in der Mikrophotographie für das Arbeiten mit gelb, grün und roth gefärbten Präparaten, deren Details bei gewöhnlichen Platten zu dunkel, fast schwarz sind, sowie für Aufnahme von blau und violett gefärbten Präparaten in gelbem Lichte von hoher Bedeutung sind, ist klar, ebenso wie unmittelbar einleuchtet, dass sie sich ganz besonders für das an gelben Strahlen reiche Kalklicht eignen.

Durch Einschaltung der gelben Scheibe oder einer entsprechenden Lösung (siehe auch oben S. 135), die zur Dämpfung des blauen und des violetten Lichtes im Bilde nothwendig ist, wird natürlich die Expositionszeit wesentlich verlängert. —

Im Allgemeinen kann man eine 3—5 fache Expositionszeit gegenüber derjenigen für gewöhnliche Trockenplatten annehmen, doch variiren diese Verhältnisse, wie leicht erklärlich, noch wesentlich, je nach Eigenart des Objectes und des Lichtes (siehe auch S. 167).

Ist es, nach dem oben Gesagten, schon bei gewöhnlichen Trockenplatten sehr zu empfehlen, dieselben fertig zu beziehen, so trifft dies in noch höherem Grade bei den orthochromatischen Platten zu, da die Art ihrer Färbung, in Bezug auf qualitative und quantitative Verhältnisse, von den Fabrikanten als Geheimniss bewahrt wird, aber gerade der Erfolg von der richtigen Innehaltung dieser Verhältnisse, die mit jeder Emulsion wechseln, wesentlich abhängt. —

In neuester Zeit, seit Anfang dieses Jahres, werden übrigens „haltbare, hochlichtempfindliche Farbenplatten" in den Handel gebracht[1]), die nach den Vorschriften von H. W. Vogel und J. B. Obernetter präparirt sind. —

Diese Platten finden ohne gelbe Scheibe Anwendung, geben aber trotzdem die Farben in ihrem richtigen Werthe wieder, ohne die Expositionszeit zu verlängern. — — —

---

[1]) Zu beziehen von Otto Perutz. München, Müllerstrasse 21. —

Bei den orthochromatischen Platten im Allgemeinen, sowie ganz besonders bei den letzterwähnten muss natürlich wegen ihrer Empfindlichkeit auch gegen rothes Licht beim Entwickeln in der Dunkelkammer, sowie beim Einlegen in die Cassette das Licht sehr gedämpft werden, was am besten durch Vorziehen der Gardine vor das Dunkelkammerfenster oder Bedecken der Entwickelungsschaale geschieht. Ebenso muss man beim Betrachten der Negative im durchfallenden Lichte grosse Vorsicht anwenden.

Zum Schlusse sei noch bemerkt, dass die Obernetter'schen Platten dunkler erscheinen, wie gewöhnliche Platten, dass sich diese Dunkelheit aber beim Fixiren verliert. Man betrachte deshalb diese Negative stets in durchfallendem Lichte. —

Den Entwickler für diese Platten finden wir bei den übrigen Entwicklern weiter unten in dem betreffenden Abschnitt. —

2. Die Dunkelkammer.

Die Operationen zum Fertigmachen der exponirten Glasplatten sowohl, wie zum Herstellen von positiven Bildern auf besonderen, sehr empfindlichen Papieren und auf Glasplatten, müssen, da die Platten sowohl wie das Papier stark lichtempfindlich sind, in einem vor dem Eindringen von chemisch wirksamen Lichtstrahlen absolut freigehaltenen Raume, der sogenannten „Dunkelkammer“ vorgenommen werden.

Wer in der Lage ist über genügenden Raum zu verfügen, thut gut, ein kleines Zimmer für sich vollständig zur Dunkelkammer herzurichten.

Herrichtung und Prüfung derselben.

Zu diesem Zwecke werden die oder das Fenster vollständig lichtdicht beklebt und nur eine grössere Scheibe freigelassen und mit rothem oder orangegelbem Glase abgedeckt. Das rothe Glas gewährt genügende Sicherheit gegen das Eindringen actinisch wirkender Strahlen, während das bei nassen Platten völlig ausreichende gelbe Glas bei Trockenplatten nicht ohne jeden Beding ausreicht.

Baden-Pritchard hat nämlich erwiesen, dass nur zerstreutes dunkelgelbes Licht dieselbe Sicherheit wie rothes Glas gewähre, und deshalb vorgeschlagen, hinter der gelben Scheibe noch eine

mattgeschliffene Glasscheibe einzuschalten. Nach Eder kann man auch dasselbe durch Bekleben eines Orangeglases mit hellgelbem Seidenpapier vollkommen erreichen.

Das gelbe Licht hat den grossen Vorzug, dass es für unser Auge erheblich heller erscheint als das rothe, und deshalb die Dunkelheit in der Dunkelkammer bei einer gelben Scheibe bei Weitem nicht so ausgeprägt ist, wie bei einer rothen Scheibe. Am besten kann man sich dadurch für alle Fälle helfen, dass man ein gelbes, stehendes Fenster einsetzt und seitlich von demselben zwei vor das Fenster zu klappende Rahmen anbringt, von denen der eine eine rothe, der andere eine mattgeschliffene, farblose Scheibe enthält.

Sind diese Scheiben durch an den Seitenwänden des Fensters befestigte Scharniere um eine verticale Axe drehbar, so kann man leicht nach Bedarf gelbes, zerstreutes gelbes und rothes Licht mit einander auswechseln. Bringt man über der Scheibe noch einen Pappschirm zum Auf- und Niederklappen an, so ist man für alle Fälle gesichert und kann durch diesen Schirm das Licht von dem directen Auffallen auf die Augen abblenden und erhält dieselben auf diese Weise empfindlicher für schwaches Licht. —

Geht das Fenster der Dunkelkammer direct ins Freie und so, dass es hellem Sonnenlicht oder dessen Reflexen ausgesetzt ist, so ist es räthlich, noch einen rothen Vorhang vor der Scheibe anzubringen. —

Liegt der als Dunkelkammer benutzte Raum derartig, dass er directes Tageslicht nur in beschränktem Maasse oder gar nicht empfängt, so setzt man, wenn es angänglich ist, eine Scheibe in die nach dem Nebenraum liegende Wand ein und bringt vor dieselbe die zur Beleuchtung dienende Lampe an. Wenn man ein kleines Brettchen mit Scharnieren an der unteren, horizontalen Seite des Fensters von aussen her befestigt, so dass es an das Fenster anzulegen und in horizontale Lage herabzuklappen ist, so hat man ein geeignetes Tischchen zum Aufsetzen der Lampe vor der Scheibe. Das Brettchen wird durch zwei Schnüre, welche die äussersten beiden Ecken desselben mit dem oberen Rande des Fensters verbinden, nach dem Herunterklappen in wagerechter Stellung gehalten und nimmt, wenn es nicht benutzt wird, an das Fenster herangeklappt, keinen besonderen Raum weg. —

Solche Beleuchtung von aussen her ist sehr zu empfehlen, da sie einen beliebigen Wechsel der verschiedenen Beleuchtungsarten

in der oben beschriebenen Weise gestattet und keiner besonders hergerichteten Lampe bedarf.

In allen den Fällen, wo man sie jedoch, aus örtlichen Gründen nicht anwenden kann, bediene man sich einer geeigneten Dunkelkammerlampe.

Dieselben werden in guter Ausführung in den Handel gebracht und bestehen entweder in einer Laterne mit Petroleum-, Oel- oder Benzinlampe, deren Scheiben von rothem Glase gefertigt sind, oder in Lampen, welche mit einem Cylinder aus farbigem Glase versehen sind (siehe nebenstehende Abbildung).


Fig. 51.

Die Laternen haben den Vorzug, dass sie an drei oder vier Seiten verschiedenartige Scheiben tragen können, von denen die jeweilig benutzte offen bleibt, während die anderen durch lichtdichte Thürchen verschlossen werden; man kann so das Einlegen der Platten in die Cassette, sowie den ersten Theil der Entwickelung bei rothem, die weitere Entwickelung bei gedämpftem gelben Licht und die schliessliche Beurtheilung des Negatives bei weissem Licht vornehmen, indem man nacheinander die verschiedenen Glaswände der Laterne benutzt[1]). — — —


Fig. 52.

Die Laternen sowohl wie die mit rothem Cylinder versehenen Lampen müssen für den Luftzutritt wie für den Luftabgang derartig vorgerichtet sein, dass directes, von der Flamme ausgehendes Licht nicht nach aussen gelange. Zu diesem Zwecke wird die zutretende, wie die austretende Luft durch geeignete Leitungen und übereinandergreifende Hülsen im Zickzack hin- und hergeleitet;

[1]) Eine sehr praktische Construction solcher Laterne ist die in bei-

bei den Laternen geschieht dies durch entsprechende Schornsteine, während bei den Lampen direct auf den Cylinder eine geeignete Kapsel aufgesetzt wird; solche Kapseln sind jetzt überall im Handel zu haben.

Hat man die Dunkelkammer auf die eine oder andere Weise hergerichtet, so prüft man dieselbe zunächst, indem man, nach Verschluss des Glasfensters, längere Zeit in derselben bleibt, um das Auge an die Dunkelheit zu gewöhnen. Nimmt man kein fremdes Licht wahr, so öffnet man das Fenster, so dass das Licht in der Weise, wie man es beim Arbeiten benutzen will, einfällt, oder zündet, wenn man eine Lampe anwenden will, diese an und legt eine sensibilisirte Platte in einiger Entfernung von der Lichtquelle auf den Arbeitstisch.

Bedeckt man einen Theil der Platte mit einer Pappe oder dergl. und entwickelt nach ca. 15—25 Minuten langem Liegen die Platte in der gewöhnlichen Weise, so darf zwischen dem bedeckt gewesenen Theil und dem unbedeckten kein Unterschied hervortreten.

Ist die Platte in beiden Theilen gleich, so ist die Dunkelheit, sowie die Art der Beleuchtung für das Arbeiten mit Trockenplatten vollkommen genügend, ist der bedeckte Theil der Platte heller als der unbedeckte, so liegt ein Fehler entweder im Zutritt fremden Lichtes in die Kammer oder in nicht genügender Dämpfung des Lichts durch das rothe oder orangegelbe Glas. — —

Für den Fall, dass man nicht ein vollständiges Zimmerchen zur Verfügung hat, genügt es vollkommen, sich die Ecke eines Zimmers mit einer dichten Tapetenwand abzuschlagen, oder sich ein grösseres, spindenartiges Gelass bauen zu lassen, an welchem man dann die eben erwähnten Beleuchtungsvorrichtungen anbringt. Wenn irgend möglich, soll man jedoch den Dunkelraum nicht zu klein wählen, weil sonst die Bewegungen in demselben gehemmt, und bei längerem Arbeiten die Wärme unangenehm und die Luft unerträglich wird. —

---

folgender Zeichnung wiedergegebene einer amerikanischen Trockenplattenlaterne, deren Anwendung sich nach dem Gesagten von selbst ergiebt.

Sonstige Einrichtungen in der Dunkelkammer.

Dicht unter dem Fenster der Dunkelkammer bringt man am besten den Arbeitstisch an und zwar derart, dass man, vor dem Tisch auf einem Schemel sitzend, nach dem Fenster blickt.

Die Tischplatte besteht am besten aus gutem, starkem Eichenholze und ist ringsum mit einem etwa 2 mm hohen Rande umgeben. Durch diesen Rand wird ein Ueberfliessen etwa vergossener Lösungen vermieden, vielmehr laufen dieselben, wenn die Tischplatte nach einer Ecke hin schwach geneigt ist, und diese Ecke ein kleines, in einen untergestellten Eimer mündendes Abflussrohr trägt, in letzteren ab. — Befindet sich in der Mitte des Tisches, oder etwas seitlich vom Fenster, eine in den Tisch eingelassene, wannenartige Mulde aus Blech oder Porzellan, die ebenfalls einen in den Eimer mündenden Abfluss hat, so ist das Arbeiten ein recht bequemes und sauberes.

Kann man das zum Waschen etc. nöthige Wasser nicht direct von einer Wasserleitung abzweigen und in die Dunkelkammer leiten, so bringt man, je nach den räumlichen Verhältnissen, ein Blechreservoir innerhalb oder ausserhalb des Raumes an und verbindet es mittelst Rohres oder Gummischlauches mit einem Hahne, welcher sich über der wannenartigen Vertiefung des Tisches befindet. —

Die Reservoire müssen natürlich gegen Staub durch geeigneten Verschluss geschützt sein. Benutzt man statt blecherner Reservoire grössere Glas- oder Steingutflaschen, so versieht man dieselben mit einem Stopfen, durch den ein mit losem Wattepfropf versehenes Glasrohr reicht und den Zutritt der Luft vermittelt. Hat man keine mit Oeffnung am Boden versehene Flasche oder Kruke, so kann man sich dadurch leicht und gut helfen, dass man den Stopfen doppelt durchbohrt und in die eine Durchbohrung das zum Luftzutritt bestimmte, kurze, mit Watte verschlossene Rohr steckt, in die andere ein bis auf den Boden des Gefässes reichendes Glasrohr, das oberhalb des Flaschenhalses zweimal rechtwinklig (U-förmig) umgebogen und dann an die zum Tisch führende Leitung angeschlossen ist.

Ist das Rohr einmal angesaugt, dann läuft das Wasser selbstständig beim Oeffnen des Hahnes nach; übrigens kann man auch das Ansaugen dadurch umgehen, dass man das kürzere, nur durch den Stopfen reichende Glasrohr ebenfalls U-förmig umbiegt und mit

einem nach unten hängenden Schlauch verbindet, in welchen man dann nur hineinzublasen braucht, um durch den Luftdruck das Wasser in die Leitung zu treiben. —

Zur Benutzung eignet sich, wenn Regenwasser nicht zur Verfügung steht, jedes klare, nicht riechende und nicht zu harte Brunnenwasser. — —

Zu beiden Seiten des Fensters, an der Vorderwand und den übrigen Wänden des Dunkelraumes befinden sich verschiedene Regale, auf welchen man die Lösungen für die Arbeiten, die die Platten enthaltenden Kästen, die Cüvetten und Schaalen hinstellt.

Es ist unerlässlich, dass jede einzelne Flasche genau und deutlich signirt sei und dass sie ihren ganz bestimmten Platz auf dem Regale habe, auf den sie stets und mit strengster Peinlichkeit hingestellt wird. Nur wenn die musterhafteste Ordnung im Dunkelraum gehalten wird, ist ein rasches und expeditives Arbeiten möglich, und nur wenn die peinlichste Sauberkeit herrscht, wird man davor bewahrt bleiben, gute Bilder zu verderben. In dem ohnehin nur schwach zu erhellenden Raume ist bei Unordnung nur gar zu leicht, und ganz besonders bei eifrigem Arbeiten, ein Verwechseln der verschiedenen Agentien möglich; die Folgen solcher Verwechslungen können aber ein schon vorhandenes gutes Bild verderben und vernichten; ebenso bringen durch Unsauberkeit in der Dunkelkammer verunreinigte Lösungen bald einmal Flecke, Streifen und andere Fehler auf dem Bilde hervor. —

Beides wird durch deutlich signirte, stets an ihrem Platze stehende und sauber gehaltene Lösungen vermieden. —

Aus demselben Grunde ist die Platte des Arbeitstisches stets rein und sauber zu halten, und man thut gut, für jede der einzelnen Operationen des Entwickelns, Fixirens und Vorbadens besondere, nur für diesen einen Zweck zu benutzende Schaalen zu verwenden, damit nicht Spuren der einen Lösung die andere verunreinigen können. —

Wird nicht in dem Dunkelraum gearbeitet, so lüftet man denselben in der freien Zeit möglichst gut durch, damit er bei der Benutzung mit möglichst frischer Luft erfüllt sei und nicht das Arbeiten durch stickige Luft und Dunst unbequem und beschwerlich mache. —

Eine möglichst gute, fremdes Licht in die Dunkelkammer nicht einlassende Ventilation ist, wenn angänglich, sehr zu empfehlen. —

II. Negativ-Process.

1. Die Platten und ihre Behandlung vor der Aufnahme.

Die erste Operation, welche man in dem Dunkelraum, behufs Ausführung einer photographischen Aufnahme vornimmt, ist:

das Einlegen der Platten in die Cassette.

Da die benutzten Platten sehr lichtempfindlich sind, so nimmt man diese Manipulation nicht in unmittelbarer Nähe der den Raum beleuchtenden Lampe oder Scheibe vor, sondern zieht sich etwas von derselben zurück, um jede Spur einer Einwirkung zu vermeiden. Man zieht am besten die matte Scheibe oder den rothen Vorhang vor das Fenster. Die Platten nimmt man vorsichtig und mit sauberen, trockenen Fingern aus ihrem Kasten und betrachtet sie zunächst, indem man, um die Vorderseite, d. h. die mit der Emulsion belegte Seite, zu erkennen, sie fast wagerecht so hält, dass sie die Lichtquelle wiederspiegeln. Man vermeide hierbei zu grelles und zu lange wirkendes Licht, weil sonst leicht Schleier entstehen können.

Hat man die sensibilisirte Seite der Platte, die leicht an der matten Oberfläche kenntlich ist, gefunden, so befreit man dieselbe durch sanftes Ueberwischen mit einem reinen, weichen Tuche oder einem weichen Haarpinsel von etwa vorhandenen Staubtheilchen und legt sie dann, mit der empfindlichen Seite dem Schieber zugekehrt, in die Cassette.

Vor dem Einlegen der Platte hat man füglich die Cassette durch wiederholtes Klopfen und Hin- und Herschieben des Schiebers von allen verhandenen Staub- und Holztheilchen befreit. Die aus der Cassette auf die Platte fallenden oder von der Platte nicht abgewischten Staubtheilchen würden nämlich auf dem Bilde störende Lichtflecke und Disharmonieen hervorrufen, ebenso wie Berührung der Platten mit feuchten, schweissigen oder gar mit Reagentien benetzten Fingern stets hässliche und nicht zu vertilgende Flecke auf der Platte hervorrufen. —

Ist die Platte eingelegt, so schliesst man die Cassette, überzeugt sich nochmals davon, dass der Schieber vollständig zugeschoben und durch den entsprechenden Wirbel am Oeffnen verhindert ist, hüllt die

Cassette dann in ein dunkles Tuch, oder birgt sie in einer Tasche des Rockes und schreitet nun zur Aufnahme.

Ehe wir zu den nach Vollendung der Aufnahme erfolgenden, die Entwickelung und Fixirung des Bildes bezweckenden, weiteren Operationen übergehen, wollen wir im Kurzen die Art der Verpackung und Beschaffenheit der fertig in Handel kommenden Platten erwähnen, da der Mikrophotograph wohl niemals in die Lage kommt, sich seine Trockenplatten selbst zu bereiten, dieselben vielmehr viel bequemer und sicherer von renommirten Handlungen fertig beziehen wird (siehe S. 173 u. ff.). —

Die trockenen, fertigen Bromsilbergelatineplatten müssen, wenn sie sich gut halten sollen, vor Licht und Feuchtigkeit und vor Berührung mit fremden Körpern gut geschützt werden. Man verpackt sie deshalb in lichtdichten Kästen und zwar derart, dass sie nicht in gegenseitige, unmittelbare Berührung mit ihren sensibilisirten Flächen kommen. Das Zwischenlegen ganzer Papierblätter ist deshalb nicht gerathen, weil das Papier in Folge seiner mehr oder weniger hygroskopischen Eigenschaften nur gar zu leicht Flecke, die beim Entwickeln deutlich hervortreten, erzeugt. Von bedrucktem Papier ist selbstredend abzusehen; dasselbe bringt, analog den Hauchbildern, einen derartigen Eindruck auf die Platten hervor, dass die Schriftzüge beim Entwickeln deutlich erscheinen. —

Man verpackt deshalb die Platten derart, dass man in den Kästen, welche einen übergreifenden, die eine der kurzen Seiten vertretenden Deckel haben, Nuthen anbringt, in welche die Platten entweder zu je zweien, mit der Rückseite (Glasseite) aneinandergelegt, eingeschoben werden (Schüler & Günther, Berlin) oder jede für sich in besonderer Nuthe stehen.

Solche Kästen, wie sie sehr hübsch aus starker Pappe z. B. von der Firma Schüler & Günther geliefert werden, ohne einen irgend merklichen Kostenaufschlag auf die Platten zu verursachen, eignen sich auch sehr gut zum Aufbewahren der zum sofortigen Gebrauche vorräthigen, vorher anders verpackt gewesenen Platten in der Dunkelkammer. —

Andere Fabrikanten verpacken die Platten in flachen Kästen und trennen sie von einander in der verschiedensten Weise:

Simeons klebt auf die Ecken der Platten rückseitig Oblaten auf; Dr. Heid trennt sie durch kleine Schuhe, die er durch Zusammenkniffen eines quadratischen Papieres in der Mitte und nochma-

liges mittleres Umkniffen des entstandenen Rechtecks zum Quadrat fertigt und über die Ecken der Platten zieht; wieder Andere legen an den kürzeren Endseiten der Platten schmale Cartonstreifen oder U-förmig gebogene, je zwei mit der Glasseite zusammenliegende Platten an den Rändern umfassende Papierstreifen. Jnglis endlich trennt die Platten durch zwei an den gegenüberstehenden Seiten liegende, sehr lange Schnüre, welche, mit ihrem einen Ende am Boden des Kastens befestigt, zwischen den einzelnen Platten schlangenförmig hin und her gelegt werden und beim Anziehen des anderen Endes immer die oberste Platte abheben. —

Zum Aufbewahren stellt man die Plattenkästen am besten in einen kleinen Wandschrank, der, mit lichtdicht und gut schliessender Thüre versehen, in seinem Innern ein zur Absorbirung der Feuchtigkeit dienendes Glas mit Chlorcalciumstücken oder eine Schaale enthält, die mit in Schwefelsäure getränkten Bimssteinstückchen gefüllt ist. Die Erfahrung hat nämlich gelehrt, dass die Trockenplatten sich an einem trocknen Orte fast unbegrenzte Zeit halten, ja sogar durch das sogenannte Ablagern sich bis zu einem gewissen Grade bessern, dass sie dagegen beim Liegen an einem feuchten Orte bald verderben und verschleierte Bilder liefern. —

Manche Sorten geben bei sehr langem Lagern einen Randschleier, der sich mit der Zeit immer weiter nach der Mitte hin verbreitet; doch ist dieser Fall selten. — Im Allgemeinen arbeiten ältere Platten brillanter, reiner und haben viel weniger Neigung zum Kräuseln als frische. — —

Neben dem Wandschrank zum Aufbewahren der Platten hat man passender Weise noch ein kleineres, für ein Paar Platten ausreichendes, mit hermetisch schliessenden, durch Filz oder dergleichen dichtgemachten Deckel versehenes, zweites Kästchen angebracht, auf dessen Boden ein kleines Büchschen mit sandfassartig durchlöchertem Deckel steht. In dieses Büchschen bringt man einen mit Ammoniak getränkten Schwamm oder Watte, und es wird alsbald der Kasten mit Ammoniakdämpfen erfüllt werden.

Legt man die Platten kurz vor ihrer Exposition in diesen Kasten und räuchert sie einige Minuten mit den Ammoniakdämpfen, so sind sie ganz erheblich empfindlicher als zuvor und arbeiten auch viel detailreicher. Vor dem Entwickeln mit Eisenoxalat muss man natürlich so geräucherte Platten, um ein Niederschlagen von basischen Eisensalzen auf der Platte durch das Ammoniak zu

verhüten, abspülen, was bei dem Pyrogallusentwickler selbstverständlich nicht nöthig ist. —

Anstatt die Platten in Ammoniakdämpfen zu räuchern, kann man sie, was jedoch gefährlicher ist, auch in einer Lösung von 1—7 % gewöhnlichem Ammoniak in Wasser baden und dann trocknen. — Ein Zuviel an Ammoniak bewirkt jedoch leicht Schleierbildung und muss man deshalb lieber mit zu schwacher, als mit zu starker Lösung arbeiten. —

Auch bei Azalinplatten fand Vogel die Ammoniakräucherung wirkungsvoll. Die Wirkung des Ammoniaks auf das Bromsilber erklärt sich wahrscheinlich durch seine theils lösende, theils die Molecüle lockernde Kraft. —

Schnelle Folge der Aufnahmen.

Nachdem die exponirte Platte in der geschlossenen Cassette in die Dunkelkammer zurückgebracht ist, wird sie entweder sofort oder auch nach beliebig langer Zeit entwickelt, d. h. das bis dahin latente, nicht sichtbare Bild wird durch Einwirkung geeigneter Reagentien zum Vorschein gebracht, hervorgerufen. Während man bei dem früher üblichen nassen Verfahren diese Entwickelung sofort nach der Exposition vornehmen musste, noch bevor die Platte getrocknet war, weil man sonst Trockenflecken erhalten hätte, kann man bei den Trockenplatten die Entwickelung beliebig lange nach erfolgter Exposition hinausschieben und z. B. mehrere Aufnahmen hintereinander ausführen, um dann mehrere Platten hintereinander fortlaufend zu entwickeln. —

Gerade in dieser Möglichkeit, die Platten längere Zeit nach der Exposition aufbewahren zu können, ehe man sie entwickelt, liegt ein grosser Vorzug der Bromsilbergelatine auch für die Mikrophotographie.

Der Experimentator kann seine Vorrichtungen am mikrophotographischen Apparate ausführen, nach Einstellen des gewünschten Bildes die bereit gehaltene Platte sofort an Stelle der Einstellscheibe setzen und mit der Aufnahme beginnen; nach Beendigung derselben braucht er nicht erst die Entwickelung vorzunehmen und eine neue Platte zur zweiten Aufnahme vorzubereiten, er kann vielmehr, nachdem er sich nur durch einen Blick auf die Einstellscheibe von der unveränderten oder günstigen Lage des Objectes überzeugt,

sofort eine zweite Platte einschieben und mit ihr eine neue Aufnahme machen. Kennt er die Empfindlichkeit seiner Platten und die actinische Kraft seines Lichtes, was besonders beim Arbeiten mit künstlichen, constanten Lichtquellen bald der Fall sein wird, genau, so hat er nicht nöthig, sich erst nach jeder Aufnahme über den Erfolg derselben durch Entwickelung des Bildes zu informiren, kann vielmehr hinter einander gleichmässig am Aufnahmeapparate fortarbeiten, um dann später die Arbeiten der Entwickelung, Fixirung etc. in der Dunkelkammer ebenfalls sozusagen in einem Zuge durchzuführen.

Dass durch solch' ein zusammenhängendes Ausführen der Operationen das Arbeiten sehr erleichtert und vereinfacht wird, ist klar, ebenso wie es einleuchtet, dass ein unmittelbares Aufeinanderfolgen mehrerer Aufnahmen hintereinander sowohl, wie sofort hinter der Einstellung, bei vergleichenden Versuchen und bei Aufnahmen von beweglichen oder veränderlichen Objecten geradezu unentbehrlich ist. — Aus diesem Grunde wird der Mikrophotograph auch stets wohl daran thun, sich nicht mit einer Cassette zu begnügen, sondern mehrere, wenn möglich, Doppelcassetten im Besitze und Gebrauch zu haben. —

2. Apparate und Utensilien für die photographischen Operationen.

Bei dem auf die Exposition folgenden Fertigmachen des Bildes selbst, wie bei vielen späteren Operationen werden nun in steter Wiederholung immer wieder gleichartige Gefässe und Apparate gebraucht, so dass es angezeigt scheint, ehe wir auf die technische Ausführung der einzelnen Manipulationen eingehen, zuvor diese beim Negativprocess wiederholt zur Anwendung kommenden Hülfsapparate schematisch näher zu betrachten. —

Zunächst müssen verschiedene der zu benutzenden Lösungen, da sie in gemischtem Zustande leicht zersetzlich und wenig haltbar sind, erst kurz vor ihrem Gebrauche vereinigt werden und zwar nach ganz bestimmten, quantitativen Verhältnissen.

Um dies zu ermöglichen, bedient man sich entweder für ein ganz bestimmtes Volumen abgestimmter Gefässe, die an der Stelle, bis zu welcher sie gefüllt werden sollen, eine deutliche Marke tra-

gen, oder man benutzt solche Gefässe, welche jedes beliebige Volumen abmessen lassen.

Erstere Gefässe stellt man sich durch Ausmessen von geeigneten Bechergläschen oder Cylindern und Markiren der betreffenden Oberflächenstände durch Aetzmarken[1]) selbst dar, letztere erhält man im Handel als Messcylinder, und haben dieselben den ganz entschiedenen Vorzug, dass sie für verschiedene Flüssigkeitsmengen und verschiedene Mischungsverhältnisse gleich gut zu gebrauchen sind. Man wählt möglichst schlanke, am besten 100—200 ccm fassende, in Cubikcentimeter getheilte, mit Ausguss versehene Messcylinder. Je schlanker die Cylinder nämlich sind, desto genauer lassen sich kleinere Theile in denselben ablesen, und desto leichter kann man sie beim Mischen zweier Lösungen mit der Handfläche verschliessen. —



Fig. 53.

Für Zusatz ganz geringer Flüssigkeitsquanten in Tropfen bedient man sich, wenn man nicht im Abtropfen aus Standflaschen geübt ist, sogenannter kleiner Tropfgläser. Dieselben bestehen aus einer an einem Ende in eine Spitze ausgezogenen, am anderen Ende durch Gummi verschlossenen Glasröhre, oder aus einem ganz engen, nach Tropfen calibrirten, einseitig geschlossenen Cylinderchen mit Tülle, oder endlich aus einem Fläschchen mit eingeschliffenem Glasstöpsel, der der Länge nach zwei seitliche, einander diametral gegenüberstehende Auskehlungen hat, von denen die eine bis an ein seitlich in dem Hals befindliches Loch, die andere bis an die gerade gegenüber am Halse der Flasche befindliche Tülle reicht. Wird das

[1]) Zum Zeichnen für Glas bedienen wir uns folgender Dinte, die mittelst einer Gänsefeder die Signaturen auf Glas aufschreiben lässt und dauernd als Mattschrift einätzt; da man auf diese Weise auch Negative und dergl. leicht und gut zeichnen kann, geben wir das Recept: Man fälle aus Chlorbariumlösung durch Schwefelsäure den Baryt als Schwerspath aus, sammle und trockne ihn auf einem Faltenfilter; alsdann mische man das so erhaltene, in einem Mörser fein zerriebene Pulver mit einer gleichen Menge Fluorammoniums und füge hierauf so lange käufliche Fluss-Säure hinzu, bis nach tüchtigem Durchschütteln eine dickflüssige, zum Schreiben geeignete Dinte entseht. Dieselbe muss, da sie Glas ätzt, selbstredend in Platin- oder Kautschuck-Gefässen bereitet und auch aufbewahrt werden. —

Fläschchen geneigt, so kann man durch Aufhalten eines Fingers auf die seitliche Halsöffnung den Luftzutritt genau reguliren und somit die Flüssigkeit ganz nach Belieben durch die andere Auskehlung und die Tülle fliessen lassen. Dreht man nach dem Gebrauch den Stöpsel um 90°, so kommen die Kehlungen an nicht offene Stellen des Flaschenhalses und die Flasche ist dann vollständig geschlossen (siehe Fig. 54).



Fig. 54.

Nächst dem Mischen der Lösungen zu einander, ist die Behandlung der Platten mit denselben eine sich vielfach wiederholende Operation, die man früher, beim nassen Verfahren, mit Vorliebe in aufrecht stehenden Cüvetten vornahm, während man jetzt beim Trockenplatten-Verfahren allgemein Schaalen benutzt.

Diese Schaalen werden aus Glas, Porzellan, Papiermasse, Hartgummi und Blech mit Lacküberzug gefertigt. Die Blechschaalen sind nur dann zu empfehlen, wenn sie mit einem guten, in allen Theilen deckenden Lacküberzug versehen sind, so dass nirgends Metall mit den Lösungen in Berührung kommt. Die Grösse der Schaalen richtet sich nach den Maassen der benutzten Platten, doch arbeite man nicht mit für die Platten gar zu kleinen Schaalen, weil dadurch das Herausnehmen der Platten erschwert wird. —

Damit beim Behandeln der Platten in den Schaalen die Reaction beschleunigt, und die Platte gleichmässig mit den Lösungen bedeckt werde, setzt man die Schaalen in wiegende Bewegung; man kann dies durch blosses Hinundherneigen mit der Hand bewirken oder indem man die Schaale auf einen Holzrahmen mit wiegenförmig gebogenen Läufern setzt.

Zum continuirlichen Hinundherwiegen sind sogenannte Schaukelapparate construirt, die in einem auf dreikantiger Schneide wippenden, die Schaale tragenden Rahmen bestehen, dessen Träger an den Arbeitstisch angeschraubt wird, während der auf demselben ruhende Rahmen durch einen abwärts hängenden, unten mit schwerem Gewicht versehenen, hin und her pendelnden Stab bewegt wird. —

Zum Herausnehmen der Platten aus den Schaalen dient, wenn man das Beschmutzen und Färben der Finger vermeiden will, ent-

weder ein umgebogener Nagel, ein Messer, ein Schlagring, wie er für die Zither gebraucht wird, oder noch besser der von Braun gefertigte Plattenheber, der aus einer auf den Finger zu steckenden, federnden, den Hebehaken tragenden Blechhülse besteht und um ein Billiges (0,5 M.) käuflich zu haben ist. —

Zum Abspülen der Platten mit Wasser dient entweder die mit Hahn versehene, vom oben erwähnten Reservoir herkommende Schlauchleitung, die mit einfachem oder brausenartigem Mundstück versehen wird, oder es reicht, in Ermangelung der Wasserleitung, vollständig eine gewöhnliche Spritz- oder Giessflasche aus. —

Die Einrichtung der Dunkelkammer wird endlich noch durch eine kleine Sanduhr in Thermometerform vervollständigt, die beim Beginnen des Entwickelns umgedreht wird und am jeweiligen Stande des Sandes 1—10 Minuten ablesen lässt. — —

Zum Auswaschen der fertig entwickelten und fixirten Platten bedient man sich sogenannter Waschkästen. Dieselben sind, da dies Waschen längere Zeit und laufendes Wasser erfordert, aber im freien Lichte geschehen kann, zum Ansetzen an die Wasserleitung construirt und für die Aufnahme mehrerer Platten auf einmal eingerichtet. —

Sie bestehen in oblongen Blechkästen, in denen die Platten neben einander in aufrechter Lage hingestellt und von laufendem Wasser umspült werden. Bei den einen wird das Wasser oben zu- und am Boden abgelassen, bei anderen in umgekehrter Folge.

Die Platten werden in den Kästen entweder durch am Boden angebrachte Leisten, mit denen im oberen Theile des Kastens die langen Seiten verbindende Querstäbe correspondiren, in ihrer Stellung gehalten, oder sie stehen in an den Längswänden angebrachten, genau mit einander correspondirenden Nuthen.

Andere Constructionen tragen die Platten wiederum in eigenen, aus Draht gefertigten Einsatzkörbchen oder theilen die Kasten durch Scheidewände, die alternirend das Wasser einmal oben, das andere Mal am Boden durchlassen, in verschiedene Fächer, in die dann die Platten gesetzt werden und zwar so, dass die eben dem Fixirbade entnommenen Platten dem Ausfluss am nächsten zu stehen kommen, und dann immer weiter, beim Herausnehmen der am längsten gewaschenen Platten am Zufluss, nach diesem hingerückt werden.

Auf diese letztere Weise ist eine starke Bewegung des Wassers bedingt, und kommt das reinste, noch nicht benutzte Wasser zunächst

mit den fast vollständig gewaschenen Platten in Berührung, um denselben die letzten Spuren Fixirnatrons zu nehmen, während die salzhaltigeren Waschwässer mit den am Abfluss eingesetzten, noch stark natronhaltigen Platten zusammenkommen; es ist so die grösste Ausnutzung des Wassers bei gründlichem und verhältnissmässig schnellem Waschen der Platten ermöglicht. —

Verfasser hat zur Erreichung desselben Zweckes seinen Waschkasten derartig construirt, dass derselbe am Boden keilförmig geschnittene Nuthen trägt, an welche sich abwechselnd, je einmal auf der rechten, dann wieder auf der linken Längswand des Kastens, eine Seitennuthe anschliesst. Der Kasten ist für die grösste Sorte der anzuwendenden Platten passend, kann dann aber für alle Plattensorten abwärts gleichfalls und zwar gleichzeitig benutzt werden.

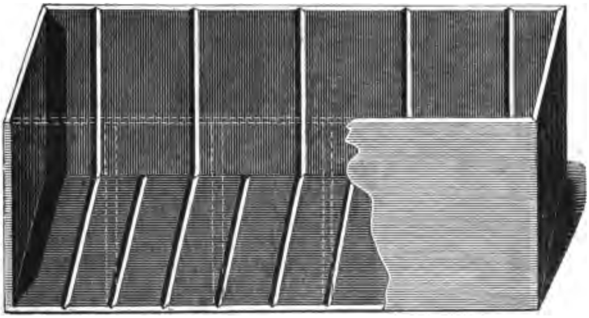


Fig. 55.

Dadurch, dass die in der ersten Bodennuthe stehende Platte sich in die rechte Seitennuthe einlegen muss, die in der zweiten Bodennuthe stehende in die linke Seitennuthe, die dritte wieder rechts, die vierte links und so fort, muss natürlich das bei der ersten Platte zufliessende Wasser in dem Kasten zwischen den einzelnen Platten immer von links nach rechts, dann wieder umgekehrt, also in Schlangenlinie, fliessen und wird deshalb dieselbe Wirkung haben, wie es in dem vorher beschriebenen Apparate der Fall ist. —

Die noch weiter construirten Waschapparate, bei denen die Platte unter dem Wasserstrahl dynamisch gedreht wird, sind ebenso wie die Schaukelapparate mit Uhrwerkantrieb wohl für grosse photographische Ateliers, bei denen es sich täglich um das Waschen sehr vieler Negative handelt, von Bedeutung, für den Mikrophotographen aber ohne Belang. —

Nach dieser Abschweifung zu den beim Negativprocess anzuwendenden Apparaten kehren wir wieder zum Process selbst zurück. —

Die exponirte Platte zeigt, nach dem Herausnehmen aus der Cassette, noch kein äusserlich erkennbares Bild; das in der Emulsion durch Agitiren (Emulsioniren) fein zertheilte Bromsilber ist jedoch an den vom Licht getroffenen Stellen in minimaler Menge zu Silberbromür reducirt und hat dadurch die Eigenschaft gewonnen, dass es beim Behandeln mit Reductoren (Eisenoxydulsalzen, Pyrogallussäure etc.) geschwärzt wird.

Die gelbe Emulsionsschicht wird demnach bei diesem Behandeln mit reducirenden Lösungen an den belichteten Stellen schwarz werden, an den nicht belichteten Stellen hingegen gelb bleiben, während die Halbtöne auch auf der Emulsionsschicht als Halbtöne auftreten werden, allerdings in Bezug auf ihre Intensität in umgekehrtem Verhältniss. — —

Aus diesem Grunde, weil alle Lichter Schatten und alle Schatten Lichter werden, hat man denn auch die zuerst erhaltenen Glasbilder „Negative“ genannt.

Die Erzeugung des sichtbaren Bildes aus dem latenten bezeichnet man mit:

3. Hervorrufung oder Entwickelung.

Zur Hervorrufung werden bei Bromsilbergelatine im Wesentlichen folgende Agentien angewandt, nach denen auch die hervorragendsten Entwickler ihren Namen führen: 1. Eisenoxalat, 2. Pyrogallol mit Zusatz verschiedener Alkalien, seltener 3. Hydrochinon, 4. Hydroxylamin und 5. Natriumhydrosulfit. —

Da letztes Salz sehr leicht zersetzlich ist und zudem noch längere Expositionszeit der Platten erfordert, hat es wohl als Zusatz zum Entwickler, nicht aber für sich als Entwickler so hohen Werth, dass es hier eingehend zu besprechen wäre.

Dasselbe gilt vom Hydrochinon, dessen Weiterverbreitung trotz seiner guten Wirksamkeit der enorm hohe Preis[1]) hindernd entgegentritt, während auch beim Hydroxylamin der Preis[2]) noch ca. 4 Mal höher ist, als beim Eisenoxalatentwickler. —

---

[1]) Das Dekagramm kostet heute noch 1—2,20 M., je nach Reinheit des Präparates.

[2]) Hiervon kosten 10 Gramm 3,30 M.

Die Andeutung der letzten drei Entwickler möge deshalb hier genügen, und es mögen nur der Eisenoxalat-, und der Pyrogallol-Entwickler, als die gebräuchlichsten, eingehend besprochen werden. —

a) Der Oxalat-Entwickler.

Während man früher direct oxalsaures Eisenoxydul und oxalsaures Kali nach Carey Lea in Wasser löste, hat jetzt die von Eder vorgeschlagene, durch Mischung von Eisenvitriol (Fe_2SO_4) und neutralem Kaliumoxalat ($K_2C_2O_4$) entstandene Lösung von Kaliumferrooxalat ($K_2FeC_4O_8 + H_2O$) allgemein Eingang gefunden.

Man benutzt allgemein eine Lösung von:

A. 1 Gewichtstheil oxalsaurem Kali auf 4 Gewichtstheile Wasser,

B. 100 Theilen Eisenvitriol, 300 ccm Wasser, ca. 5 Tropfen Schwefelsäure,

die man unmittelbar vor dem Gebrauch im Volumverhältniss 4 : 1 mischt.

Da die Eisenoxydullösung sehr wenig haltbar ist und sich bald zu Oxyd oxydirt, so thut man gut, sie in besonders hergerichteten, den Luftzutritt möglichst abschliessenden Flaschen aufzubewahren. Eisenoxydoxalat setzt sich nach Döbbereiner im Sonnenlicht in Oxydul unter Kohlensäureentwickelung um, und man kann alten, oxydirten Entwickler regeneriren, indem man ihn in verkorkten, oder mit Oel abgeschlossenen Flaschen dem Sonnenlichte aussetzt. Licht wird also der Zersetzung des bereits gemischten Entwicklers entgegenwirken, und man deshalb gut thun, den Vorrath an solchem Entwickler am Licht aufzubewahren.

Bewahrt man die Eisenlösung, wie dies Verfasser thut, in kleinen ca. 75—100 g Fläschchen, die bis in den Hals gefüllt sind und nur wenig Luft enthalten, auf, so ist die Lösung sehr lange haltbar; man hat dann in einer Flasche für ca. 4—6 Platten ausreichende Eisenlösung; selbstverständlich müssen die Fläschchen gut verkorkt sein, und werden die Korke füglich für längere Aufbewahrung noch mit Siegellack oder einem Gemisch von Baumwachs und wenig venetianischem Terpentin überzogen. —

Will man die Eisenlösung nicht getheilt aufheben, so bringt man sie am besten in eine grössere, mit unterem Tubus versehene Standflasche, bei der man den Luftzutritt an die Oberfläche der

Lösung entweder durch eine auf der Oberfläche schwimmende Oelschicht (Dr. Burstert), oder durch ein mit Wasser gefülltes, in den Hals der Flasche eingesetztes Sicherheitsrohr verhindert. — In den Tubus bringt man entweder ein mit Schlauch und Quetschhahn versehenes Glasrohr oder ein im Stopfen des Tubus drehbares, S-förmig gebogenes Glasrohr an, das beim Drehen nach unten die Lösung ausfliessen lässt. —

Ist die Eisenlösung in Folge von Oxydbildung gelb geworden, so ist sie nicht mehr brauchbar. —

Zum Gebrauche mischt man, sobald man die exponirte Platte aus der Cassette genommen hat, die Eisenlösung mit der Oxalat-Lösung im Verhältniss 1 : 3 bis 1 : 4, giesst sie in die bereit stehende, saubere Schaale, in die man alsdann die Platte legt und continuirlich hin- und herwiegt. —

Man achte darauf, dass die Platte möglichst gleichmässig vom Entwickler bedeckt werde und keine freien Stellen zeige. Nach ca. 20—30 Secunden wird alsdann, sofern die Expositionszeit eine richtige war, das Bild zu erscheinen beginnen und in ca. 3—5 Minuten fertig entwickelt sein.

Es darf nicht plötzlich, mit einem Schlage kommen, sondern muss zuerst die Details der Lichter und nach und nach diejenigen der Schatten erkennen lassen. Die Entwickelung ist beendet, wenn die Details in den Schatten deutlich erscheinen und auch beim Betrachten im auffallenden Lichte erkennbar sind. — Die hellsten Lichter des Bildes, wie z. B. der freie, nicht bedeckte Theil des Gesichtsfeldes, müssen intensiv schwarz und undurchsichtig sein, währenddem die tiefen Schatten noch klar, schleierfrei und vollkommen durchsichtig bleiben sollen. —

Um für die Entwickelungsdauer einen Anhalt zu haben, ohne in seiner Aufmerksamkeit von dem Entwickeln abgelenkt zu werden, benutzt man vielfach eine kleine Sanduhr, die man beim Einlegen der Platte in den Entwickler umkehrt (siehe oben S. 190). —

Häufig genug wird man Platten erhalten, welche zu lange Zeit (über-) oder zu kurze Zeit (unter-) exponirt sind, und man hat, um auch in diesen Fällen noch brauchbare und gute Negative zu erhalten, verschiedene Zusätze zum Entwickler vorgeschlagen, welche entweder beschleunigend oder aber verzögernd auf den Process wirken sollen.

Von den für den Oxalatentwickler gebräuchlichen Verzögerern

sind hier die Bromsalzlösungen, Citronensäure und der Wilde'sche Jodverzögerer zu nennen; von den Beschleunigern: unterschwefligsaures Natron und Quecksilberchlorid. —

Die Verzögerer werden wie folgt bereitet:

I. Bromkaliumlösung 1 : 10 in destillirtem Wasser.

II. Wilde'scher Jodverzögerer: 1 g Jod in 200 ccm Alkohol und 200 ccm Wasser gelöst.

Die Beschleuniger enthalten:

I. Natriumhyposulfitlösung 1 : 500 bis 1 : 1000 in destillirtem Wasser[2]).

II. Quecksilberchloridlösung: 1 : 200.

Die Anwendung der Lösungen geschieht wie folgt:

Zeigen die Platten nach 3 Minuten langer Entwickelung einen Schleier, so werden dem Entwickler bei der nächsten Platte 1—10 Tropfen der Bromkalilösung (I) oder das Doppelte von der Wildeschen Lösung (II) zugefügt. Die Platten müssen jetzt **ohne** jede Verschleierung der Schatten entwickeln, also klarer sein und grössere Kraft, höhere Lichter zeigen als zuvor. Wird zu viel Bromkalium zugefügt, so erreicht man grosse, durch Contraste bedingte Härte, die für einzelne Aufnahmen, z. B. gewisse Arten von Bacillen, oft von Werth sein kann. —

Oft kann man eine **sehr stark** überexponirte Platte noch vollständig brauchbar durch viel Bromkali machen, wenn man, sobald alle Details sehr schnell, zusammen, aber dünn erscheinen, sofort die Platte aus der Schaale nimmt, abspült, und, dem Entwickler viel (bis 1 ccm auf 10 ccm Entwickler) Bromkalilösung zufügend, dann weiter entwickelt. —

Man muss natürlich den Bromkali-Zusatz für jede besondere Plattenart genau feststellen und abstimmen.

Ein Zusatz von Citronensäure zum Entwickler, anstatt der Schwefelsäure, thut übrigens gleichfalls sehr gute Dienste und liefert recht klare, contrastreiche Bilder; das quantitative Verhältniss des Zusatzes ist natürlich der Plattenart hier ebenfalls anzupassen. —

Von sehr guter Wirkung ist gleichfalls noch der von Eugen

---

[1]) Photographische Correspondenz 1883, 75 u. 89.

[2]) Photogr. Wochenblatt 1884, 109.

Himly[1]) unter dem Namen „Excelsior“ hergestellte Zusatz zu den Entwicklern[2]). —

Derselbe verhindert das Hartwerden der Lichter beim Hervorrufen und giebt die hellen Farben klarer und durchgearbeiteter wieder; die mit diesem Zusatz entwickelten Bilder sind in den Feinheiten modulirt und nähern sich ihrem richtigen Farbenwerthe. —

Sowohl bei gewöhnlichen wie bei orthochromatischen Platten haben wir mit dem uns vom Verfertiger freundlichst zur Verfügung gestellten Präparat, dessen Zusammensetzung leider Geheimniss ist, recht gute Resultate erzielt.

Hat man stark unterexponirte Platten, so badet man sie vor der Entwickelung 1 bis höchstens 2 Minuten in der Hyposulfitlösung (I), die man auch durch Zufügung von 1—4 Tropfen der Fixirlösung[3]) zu 50 ccm Wasser ersetzen kann, lässt abtropfen und entwickelt wie gewöhnlich (bei Momentaufnahmen zu empfehlen!).

Das rasch erscheinende Bild bleibt anfangs dünn; will man nach dem Erscheinen der Details die Lichter kräftigen und die Contraste erhöhen, so setzt man 10—20 Tropfen von Wilde's Verzögerer auf je 100 ccm des Entwicklers zu und entwickelt nun noch 10 Minuten lang weiter; sind auch jetzt die Contraste noch nicht ausreichend, so fügt man noch 10—20 Tropfen Bromkalilösung hinzu, um noch weitere 10 Minuten zu entwickeln. Man erhält so von stark unterexponirten Platten, wie solche besonders leicht bei zarten, sehr durchsichtigen Objecten, die nicht viel Licht vertragen können, unvermeidlich sind, sehr schöne, brillante und contrastreiche Bilder. —

Ist man sich nicht sicher, ob eine Platte lange genug oder schon zu lange exponirt war, so misst man am besten den Entwickler im Verhältniss 1 : 3 ab, mischt aber vorläufig erst ein Viertel der Eisenlösung zum Kaliumoxalat und beginnt mit dieser Mischung die Entwickelung. Ein überexponirtes Bild wird durch diesen Entwickler zur Genüge entwickelt; genügt der Entwickler nicht, so fügt man nach und nach den Rest der Eisenlösung zu und entwickelt schliesslich unter Zusatz von Bromkalium, zur Erhöhung der Contraste, zu Ende. — —

---

1) Photogr. Wochenblatt 1885, No. 39, S. 305. — Photograph. Corresp. 1885. No. 303, S. 457.

2) Zu haben bei F. Beyrich, Berlin N., Linienstr. 114.

3) Siehe unten: „4. Die Fixirung“.

Ein Zusatz von unterschwefligsaurem Natron (5—12 Tropfen pro 100 ccm) erhöht die Zartheit und verringert die Expositionsdauer, bildet aber leicht Schleier. —

Nach Poclington giebt ein geringer Zusatz von Quecksilberchlorid zum Entwickler grosse Schwärzen und klare Lichter beim Oxalatentwickler[1]. —

Aehnlich wie mit Verzögerern versetzter Entwickler wirkt auch alter (d. i. längere Zeit bereits gemischter oder schon einmal gebrauchter) Entwickler. Man kann recht praktisch die Entwickelung zuerst mit solchem Entwickler beginnen und, nachdem die Details auch in den Schatten genügend durchgearbeitet sind, denselben abgiessen und nun mit neuem, frisch gemischtem Entwickler das Bild brillanter machen und zu Ende entwickeln. —

Ob die Expositionszeit eine richtige war, lernt man sehr bald an dem Aussehen der Negative beim Entwickeln und nach der Entwickelung selbst schätzen: Zu lange exponirte Platten treten in allen ihren Theilen gleichzeitig hervor und zeigen bereits nach ganz kurzer Entwickelung die Details auch in den tiefsten Schatten; sie bilden, ehe man die Lichter bis zur gehörigen Stärke entwickeln kann, schon einen Schleier über die dunkelsten Schattenpartieen und werden deshalb dünn und flau.

Zu kurz exponirte Platten dagegen entwickeln die Schattenpartieen nur zögernd und langsam; sie werden, wenn man auch die in den tiefsten Schatten liegenden Details scharf und deutlich herausbringen will, bereits in den Lichtern so dunkel geworden sein, dass die Details in diesen verdunkelt und verdeckt sind. —

Ueberexponirte Negative haben allgemein einen dünnen, flauen Charakter, sind arm an Contrasten und verschleiert in den Schatten. Unterexponirte Negative zeigen zu starke Contraste, sind in den Schatten glatt und durchsichtig, glasig, ohne irgend welche Details. —

Wie man über- oder unterexponirte Platten noch retten und vollkommen brauchbar machen kann, ist im Vorstehenden gesagt; jedoch sei auch hier erwähnt, dass durch zu lange Entwickelung, besonders bei keinem oder nur zu geringem Bromkaliumzusatz, die Schatten leicht verschleiern, und das Bild flau werden kann.

Ob zu lange entwickelt ist, erkennt man daran, dass dann auch die vom Lichte nicht getroffenen Stellen der Platten, besonders die von

---

[1]) l. c. 1884, 82.

den Ecken der Cassette und der Schieberleiste bedeckten Theile, verschleiert sind. Sind diese Stellen jedoch klar und durchsichtig, so liegt die Verschleierung der tiefsten Schatten lediglich an unrichtiger Expositionsdauer und wird durch entsprechende Zusatzlösungen corrigirt. — —

An den Oxalatentwickler schliesst sich ebenbürtig der jetzt immer mehr gebräuchliche

b) Pyrogallol-Entwickler

an, welcher aus einer Lösung von Pyrogallol, schwefligsaurem Natron (Natriumsulfit) und kohlensauren fixen Alkalien oder kaustischem Ammoniak besteht. — Zunächst seien hier die Recepte für alle drei Modifiationen des Entwicklers gegeben:

I.

A. 100 g Natriumsulfit
500 - aqua destillata
14 - Pyrogallol
5—10 Tropfen Schwefelsäure

B. 50 g krystall. Natroncarbonat (trocken 25 g)
500 - aqua destillata.

II.

A. 100 ccm aqua destillata
25 g Natriumsulfit
10 - Pyrogallol
3—8 Tropfen Schwefelsäure

B. 200 ccm aqua destillata
90 g Potasche
25 - Natriumsulfit.

III.

A. 100 ccm aqua destillata
25 g Natriumsulfit
12 - Pyrogallol
3—8 Tropfen Schwefelsäure

B. 10 ccm Ammoniak (0,91 spec. Gew.)
40 - Wasser.

Hieran reiht sich noch die Modification des ersten Entwicklers, der sogenannte ammoniakalische Sodaentwickler von folgender Zusammensetzung:

IV.

A. 1500 ccm aqua destillata
100 g Natriumsulfit
15 - Pyrogallol

B. 500 ccm aqua destillata
50 g Natr. carbonic. crystall. = 25 g siccum.
2,5 ccm Ammoniak (0,91 spec. Gewicht).

Bei Bereitung der Standlösungen wird in allen 4 Modificationen zunächst das Sulfit in Wasser gelöst und nach erfolgter Lösung das Pyrogallol und die Schwefelsäure zugefügt.

Zum Gebrauche mische man unmittelbar vor der Entwickelung: bei I: gleiche Theile von A und B und destillirtem Wasser, bei II: 3 Theile A, 3 Theile B auf 100 ccm Wasser, bei IV: 5 Theile A mit 1 Theil B, bei III: 1—4 ccm A, 1—4 ccm B unter Hinzufügung von 4 — 60 Tropfen der 10 proc. Bromkaliumlösung[1]) mit 100 ccm Wasser und zwar so, dass man zuerst das Wasser in die Schaale giesst, dann A und schliesslich B zufügt und mischt; bei Lösung III ist eine genaue Abstimmung der Lösungen zu einander, nach den unten zu gebenden Maximen, für die verschiedenartigen Emulsionen vorzunehmen.

Die Entwickelung selbst geschieht, nach erfolgter Mischung der Lösungen, in genau gleicher Weise, wie beim Oxalatentwickler. Man kann auch hier zuerst mit altem Entwickler beginnen und nachher die Kraft durch neuen Entwickler geben. Als Verzögerer wirkt auch hier am besten Bromkaliumlösung (10 proc.) und zwar sehr energisch; deshalb ist beim Zusatz derselben grosse Vorsicht geboten. Auch Himly's Excelsior (S. 196) ist recht brauchbar. —

Der Kali- (Potasche-) Entwickler wirkt kräftiger als der Soda-Entwickler. Der ammoniakalische Sodaentwickler giebt eine dem Oxalatentwickler sehr ähnliche, grauschwarze Färbung.

Bei dem ammoniakalischen Sulfit-Entwickler (III) passt man die Zusatzmengen der Lösungen A und B sowie der 10 proc. Bromkaliumlösung den verschiedenen Arten der Emulsion an. — Man lässt sie, innerhalb der oben gegebenen Grenzen, desto tiefer sinken, je härter die Platten arbeiten. — Bei einiger Uebung wird man sehr bald, unter Berücksichtigung des vorher Gesagten, das Richtige finden können. —

Im Allgemeinen geben die Pyrogallolentwickler mehr braunrothe, gut deckende, härtere Negative, während die mit Oxalatentwickler hergestellten Negative einen grau- bis blauschwarzen Ton haben. —

Schliesslich sei hier noch das Recept angeführt, wie es von Obernetter und Vogel für die oben (auf S. 176 u. ff.) erwähnten, ohne gelbe Scheibe arbeitenden Platten angegeben ist:

---

[1]) Siehe oben S. 195.

V.

A. 10 g Pyrogallol (sublimirt)
100 - Alkohol (90 proc.)

B. 100 - Natriumsulfit (chemisch rein krystallisirt).
200 - aqua destillata.

C. 100 - Natriumcarbonat (chemisch rein krystallisirt.)
200 - aqua destillata.

Man nimmt zur Entwickelung von A und C je 5 ccm, von B 10 ccm und füllt auf 100 ccm mit destillirtem Wasser auf. Will man recht kräftige Negative erzielen, oder hat man zu lange exponirt, so fügt man auch hier zum Entwickler 2—5 Tropfen der zehnprocentigen Bromkalilösung. — —

Hat man die Platte mit dem einen oder dem anderen Entwickler fertig entwickelt und abgespült, so legt man sie ca. 2 Minuten lang in eine concentrirte Alaunlösung; es wird hierdurch die gelbe Färbung genommen und grössere Klarheit eintreten. Alsdann spült man ab und fixirt.

4. Die Fixirung,

die bei Oxalat- und Pyro-Entwickler gleich ist, nimmt man in folgender Weise vor:

Die gut gewaschenen Platten, welche ev. noch nach der Entwickelung ein Alaunbad passirt haben, werden im Dunkeln in eine Lösung von unterschwefligsaurem Natron in Wasser (1 : 4)[1]) gelegt und unter stetigem Hin- und Herschwenken in dieser Lösung so lange belassen, bis jede Spur des gelben Bromsilbers verschwunden ist, was man besonders gut beim Betrachten des Negatives von der hinteren Seite her erkennen kann. —

Vielfach wird sogar empfohlen, und das mit Recht, nach dem Verschwinden des Bromsilbers die Platten noch einige Minuten im Bade zu lassen, damit die schwerlöslichen, letzten Reste des beim Fixiren entstandenen, unterschwefligsauren Silberoxydnatriums entfernt wer-

[1]) Statt das Fixirbad im angegebenen Mischungsverhältniss vorräthig zu halten, kann man auch eine längere Zeit haltbare, kaltgesättigte Lösung von Natriumhyposulfit als Vorrathslösung benutzen und davon unmittelbar vor der Anwendung soviel wie gerade nöthig ist mit dem doppelten Volumen Wasser mischen. —

den, da sie sonst, auch nach dem Abspülen mit Wasser, in der Emulsion verbleiben und dieselbe am Lichte nachgilben lassen würden. Zudem sind nicht vollständig von diesem Silbersalz befreite Platten kaum mit Quecksilber zu verstärken, da sie hierbei stets Flecke geben.

Hat man die Platte nicht schon vorher in Alaun gebadet, so kann man dies jetzt noch nachträglich nach sorgfältigem Abspülen thun. —

Das Alauniren der Platten hat den Zweck, solche Emulsionen, welche sich leicht, besonders im Sommer, in Folge ihrer Löslichkeit in warmem Wasser, von der Platte ablösen und kräuseln, hieran zu verhindern und bewirkt bei Pyrogallolentwicklern, wie schon erwähnt, noch Klärung des Bildes. Durchaus nothwendig für alle Fälle ist das Alauniren nicht.

Fügt man dem Fixirbade geringe Mengen Mohr'schen Salzes (Eisenoxydulammonsulfat) oder Eisenvitrioles zu, so werden die mit Pyrogallus entwickelten Platten ähnlich den nach nassem Verfahren erhaltenen und verlieren den Gelbschleier; Letzteren kann auch ein geringerer Zusatz von Wein- oder Citronensäure heben. —

Ist das Fixiren beendigt, so folgt:

5. Das Waschen

des Bildes in den bereits oben näher beschriebenen, geeignet construirten Waschkästen. Ist man nicht im Besitze eines besonderen Waschkastens, so kann man sich natürlich auch mit einer Schaale, in die man von einer Seite das Wasser zu-, von der entgegengesetzten aber ableitet, behelfen. Jedenfalls muss das Waschen immer sehr gründlich und in genügender Weise durchgeführt werden. —

Bleiben auch nur geringe Spuren des Fixirnatrons in der Emulsion, so verfallen die Platten nur allzubald und unweigerlich der Zerstörung. —

Man muss deshalb besser zu lange, als zu kurze Zeit waschen, besonders wenn man kein fliessendes Wasser hat, mehrere Stunden, unter öfterem Wasserwechsel; bei fliessendem Wasser mindestens 30 Minuten.

Haben sich die Platten beim Entwickelungsprocess mit einer feinen, grauen Schicht (von oxalsaurem Kalk) überzogen, was bei

Benutzung von hartem Brunnenwasser leicht vorkommen kann, so reibe man während des Waschens mit dem Finger diese Schicht ab.

Es kann dies hier leicht und ohne jede Gefahr für die immerhin recht widerstandsfähige Platte geschehen, während es später, nach dem Trocknen, kaum oder gar nicht mehr möglich ist. Uebrigens verschwindet solcher „Kalkschleier“ meist beim Lackiren. —

Weil das Fixirnatron so energisch zerstörend auf Platten wirkt, hat man auch vorgeschlagen, die letzten Spuren desselben durch chemische Mittel zu entfernen. Von den in diesem Sinne anzuwendenden Mitteln sind zwar Hypochlorite und Bromwasser von gutem Effecte, da aber auch Alaun oder Chromalaun dieselbe Wirkung äussert und gleichzeitig noch den Vorzug besitzt, die Platten vor dem Kräuseln zu bewahren und beim Pyrogallusentwickler Gelbschleier zu heben, so können wir dieselben nur angelegentlichst empfehlen.

Die nach dem Fixiren ca. 10 Minuten lang gewaschenen Platten werden zu dem Behufe in eine kaltgesättigte (oder auch 1 : 20), wässrige Alaunlösung ca. 7 Minuten gebadet und dann nochmals gut gewaschen. — Chromalaun wendet man in 3 proc. Lösung an. —

Selbstverständlich muss da, wo die Gelatine schon während der Fixirung kräuselt, das Alaunbad schon vorher angewandt, oder dem Fixirbad zugesetzt werden (nicht so gut). —

Als weitere chemisch wirksame Zerstörer des Fixirnatrons seien nur erwähnt: Zusatz von etwas (ca. 1 %) Salzsäure und Jodjodkaliumlösung zum Alaunbad bis zur schwachgelben Farbe oder Baden der fixirten und gewaschenen Platte in Wasserstoffsuperoxyd (1 : 40) oder in verdünnte, dunkelgelbe Jodjodkalilösung oder endlich in Natriumhypochloritlösung. —

Nach diesem Bade wird alsdann nochmals gut gewaschen. —

Sind die Platten auf diese Weise fertig gewaschen und haben genügende Kraft und Helligkeit, so folgt nunmehr das Trocknen und darauf das Lackiren.

6. Das Trocknen

geschieht, indem man die gut gewaschenen Platten, nach dem Ablaufenlassen, mit einer Ecke nach unten gekehrt, in ein sogenanntes Trockengestell setzt.

Solche Gestelle bestehen aus zwei, sägebockartigen Füssen, in deren oberen Schenkeln zwei, mit Nuthen versehene Bretter be-

festigt sind, die in diesen Nuthen die Bilder tragen. Da man Bretter mit Nuthen käuflich[1]) erhalten kann, ist man wohl im Stande, sich derartige Trockengestelle leicht selbst zu bauen. In ihnen liegen die nach unten gekehrten Ecken der Platten frei in der Luft und lassen deshalb die Platten sehr gut abtropfen (siehe Fig. 56). —

Will man das Trocknen der Platten beschleunigen, so legt man sie, nach dem völligen Auswaschen im Wasser, ca. 8—10 Minuten in Alkohol und dislocirt hierdurch das Wasser.

Bei den Perutz'schen orthochromatischen Platten für Exposition ohne gelbe Scheibe, ist diese Behandlung mit Alkohol unerlässlich,

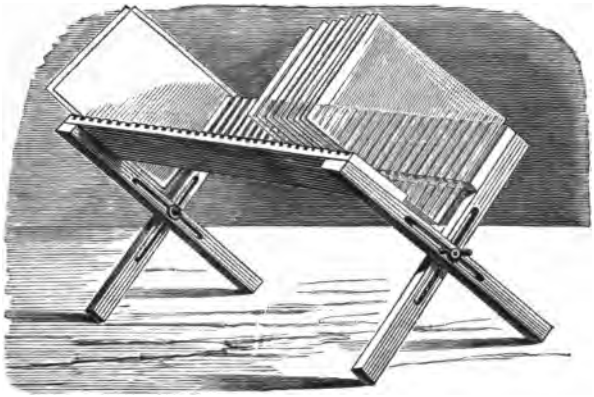


Fig. 56.

um die nach dem Fixiren, Verstärken oder Abschwächen stets noch in der Emulsion vorhandene rothe Farbe vollständig zu entfernen, da sie beim Copiren sehr hinderlich wäre (siehe S. 176). —

So behandelte Platten trocknen zwar schnell, schon innerhalb einer viertel Stunde, es bilden sich aber leicht regenbogenfarbige Streifen und Flecken auf der Platte, und wird man deshalb, wenn nicht im speciellen Falle bei Eile schnelles Trocknen erfordert wird, lieber langsam ohne Alkohol trocknen lassen. —

Nach genügendem Trocknen folgt alsdann die für die Fertigstellung des Negatives letzte Operation:

[1]) In fast allen Handlungen.

7. Das Lackiren.

Zwar sind die Gelatine-Negative an und für sich, gegenüber den früher üblichen „nassen“ Collodium-Platten, bedeutend widerstandsfähiger und schon ohne Firniss oder Lack zum Copiren verwendbar, doch ist es stets zu empfehlen, dieselben trotzdem mit einer Lackschicht zu überziehen und höchstens eine bis zwei Probecopieen vom unlackirten Negative zu nehmen. Es können sonst leicht aus dem Papier bei feuchtem Wetter Silbersalze in die Emulsion übergehen und das Bild fleckig machen und verderben. —

Ehe man zum Lackiren schreitet, überzeuge man sich vorerst genau und sicher, dass die Platten auch wirklich vollkommen trocken sind. Noch vorhandene Feuchtigkeit erzeugt nur gar zu leicht Blasen und Flecke im Negative.

Recht practisch wärmt man vor dem Lackiren die Platte über einer kleinen Gas- oder Spiritus-Flamme so stark an, dass man die Rück-(Glas-)Seite der Platte (die man selbstredend beim Anwärmen auch der Flamme zukehrt, indem man die an einer Ecke zwischen Daumen und Zeigefinger gefasste Platte über die Flamme gleichmässig hin- und herbewegt) noch mit dem Rücken der Hand eben dauernd berühren kann, ohne sich zu verbrennen (ca. 30—40° Cels.).

Wirklich gut trockene Platten leiden durch die Wärme nicht. Zum Lackiren halte man die Platte, wie beim Anwärmen, zwischen Daumen und Zeigefinger der linken Hand fest und giesse den Lack auf der gegenüberliegenden Ecke in reichlicher Menge auf, während man die Platte hin und her wiegt, so dass der Lack gleichmässig bis zu der angefassten Ecke sich über die Platte verbreitet.

Wenn möglich, vermeide man ein Berühren des Lackes mit den Fingern und neige, nachdem die Platte vollständig mit Lack bedeckt ist, die der gehaltenen entgegengesetzte Ecke etwas abwärts über den Hals einer Sammelflasche, steigere dann die Neigung der Platte, unter stetigem Hin- und Herneigen und Bewegen um die Abgussecke als Drehungspunkt, bis schliesslich die Platte eine vollständig verticale Lage hat; auch dann noch bewegt man die Platte, in ihrer eignen Ebene um die Ablaufecke als Drehpunkt solange hin und her, bis keine Spur Lack mehr fliesst. —

Ein Ueberfliessen des Lackes auf die Rückseite der Platte muss thunlichst vermieden werden, da sonst leicht, durch die auf der ent-

sprechenden Stelle der Vorderseite bewirkte langsamere Verdunstung, Streifen entstehen können.

Fliesst kein Lack mehr ab, so stellt man die Platte an einem mässig warmen, absolut staubfreien Ort zum Trocknen auf. Lack sowohl wie Platte müssen natürlich absolut frei von Staub und suspendirten Theilen sein; man achte deshalb auf Reinlichkeit des Halses der Lackflasche und giesse besser, um Verunreinigung des Lackvorrathes zu vermeiden, den von den lackirten Platten ablaufenden Lack in eine besondere Sammelflasche, aus der man ihn ja immer noch, sofern er rein geblieben, zum übrigen Lacke giessen kann.

Der Lack ist in ganz vorzüglicher Qualität käuflich[1]) zu erhalten und wird man ihn deshalb wohl kaum selbst darstellen. — —

Da man zuweilen auch in die Lage kommen kann, an schon lackirten Platten Aenderungen, wie Verstärken oder Abschwächen und dergl., vornehmen zu wollen, oder rissig und schlecht gewordene Lacküberzüge zu entfernen und durch neue zu ersetzen, sei hier noch

8. das Ablackiren der Negative

erwähnt. Bei den sehr haltbaren und widerstandsfähigen Gelatine-Negativen kann diese Manipulation ohne jede Schädigung der Bildschicht wie folgt geschehen:

Man bade die Platte in Alkohol absolutus ca. eine Viertelstunde, dann nochmals in frischem, reinen Alkohol und kann sogar nach dem ersten Bade die Oberfläche der Platte mit einem weichen Lappen vorsichtig abreiben, ohne irgendwie die Schicht zu gefährden.

Nach Entfernung der Lackschicht lackirt man entweder von Neuem, oder dislocirt, wenn man weitere Operationen mit wässrigen Lösungen vornehmen will, vorher den Alkohol durch Einlegen der Platten in Wasser auf ca. eine Viertelstunde. —

---

[1]) Ganz vorzüglichen Lack liefern Wittich & Benkendorff, Berlin N. Derselbe ist kaum gefärbt, sehr dünnflüssig und trotzdem sehr widerstandsfähig. — Als Recept für selbstzufertigenden Lack diene übrigens: 100 Theile Alkohol (90 %tig), 10 Theile Schellack (gebleicht), 1 Theil Benzoë (Benecke). —

Obwohl man im Allgemeinen bei einiger Erfahrung und Uebung den Negativen schon beim Entwickeln selbst durch ev. Zusatz eines geeigneten Beschleunigers oder Verzögerers die nöthigen Contraste und Kraft geben wird, so kommen doch noch oft genug, auch selbst dem geübten Praktiker, Fälle vor, in denen er bereits fertig fixirte Negative noch schwächen oder verstärken möchte. Besonders wird man solche Fälle dann haben, wenn man durch eine Probe-Copie sich von den Mängeln des Bildes überführt hat. —

Wie man bereits lackirte Negative wieder für solche Operationen brauchbar macht, ist soeben gesagt; bei noch nicht getrockneten Negativen kann die Behandlung unmittelbar nach dem Waschen, bei getrockneten, aber noch nicht lackirten Negativen entweder unmittelbar oder auch nach vorherigem Wiederaufweichen der Gelatine in einem Bade von destillirtem Wasser erfolgen. —

Im Allgemeinen empfiehlt es sich, die Platten vor dem Verstärken trocknen zu lassen, weil dann die Reaction langsamer als bei noch nassen Platten vor sich geht, und sich aus diesem Grunde besser überwachen lässt.

9. Die Verstärker.

Die vorwiegend angewandten Verstärker zerfallen in drei Arten; der gebräuchlichste ist 1. der Quecksilberverstärker, dem sich dann als recht gut noch 2. der Uran- und 3. der Silberverstärker anschliessen.

a) Quecksilberverstärker.

Die Quecksilberverstärkungen selbst kommen wiederum in sehr verschiedenen Modificationen zur Anwendung, von denen, je nach dem zu erreichenden Effecte, die eine oder die andere für den bestimmten Fall vorzuziehen ist.

Für alle Quecksilberverstärker wird zunächst gleichmässig eine 2 proc., wässrige Sublimatlösung gebraucht, der man bei späterer Behandlung mit Natriumsulfit noch 2 Theile Bromkali zufügt.

Das gut gewaschene und, wie gesagt, besser noch getrocknete Negativ wird in die qu. Sublimatlösung gelegt, und nun die Reaction, welche sich in einem immer stärker auftretenden Grau- bis Weisswerden der Schwärzen äussert, genau in ihrem Fortschreiten beobachtet.

Nur wenig zu verstärkende Negative lässt man auf der Ober-

fläche grau werden, während man zur Erreichung einer grösseren Verstärkung abwartet, bis die ganze Bildschicht, auch auf der Rückseite, vollständig weiss geworden ist.

Ist dies geschehen, so spült man die Platte gut ab (für spätere Behandlung mit Ammoniak muss man sehr gut waschen) und legt sie in eine der folgenden Lösungen:

Für nicht zu kräftige Verstärkungen wählt man am besten ein Bad von Natriumsulfit (10 proc.) und erhält so eine lichtbeständige, schön grauschwarze Färbung.

Nach der Behandlung mit Natriumsulfit wäscht man ordentlich und trocknet. —

Für stark überexponirte, harte Negative sieht man von jeder weiteren Behandlung des weissen Quecksilberbildes ab und wäscht und trocknet dasselbe direct. — —

Will man kräftiger verstärken, so badet man das mit Quecksilber behandelte, gut gewaschene Bild in 5—25 proc. Ammoniaklösung[1]) und wäscht das grauschwarze Bild gut aus. — Andererseits kann man auch das mit Sublimat weiss gemachte Bild, um noch stärkere Kraft als mit Ammoniak möglich ist, zu erzielen, vorerst in einer 5 proc. Jodkaliumlösung baden, dann erst das gut gewaschene, nunmehr bräunliche Bild mit 10 proc. Ammoniak behandeln und schliesslich nochmals gut waschen.

Folgt der Behandlung mit Sublimat später eine solche mit Ammoniak, so muss man, wie erwähnt, sehr gut waschen, weil sonst zweifelsfrei Flecke und Fehler entstehen. —

Beim späteren Sulfitverstärken genügt kürzeres Waschen. —

Gleiche Kraft erreicht man auch durch Behandeln der gut gewaschenen, weissen Quecksilberbilder mit einem der ammoniakalischen Pyrogallusentwickler.

Schliesslich sei noch ein Verstärker erwähnt, der für alle Fälle passt, da er nach einander alle Stadien passirt. Derselbe besteht aus einer Lösung von 5 Th. Cyankalium, 2,5 Th. Kaliumjodid, und 2,5 Th. Sublimat pro Liter Wasser, in die man das weisse Quecksilberbild legt.

Die Farbe geht hierbei allmählich von Gelbbraun in Dunkelbraun

[1]) Selbstverständlich ist hier als Procentgehalt nicht der effective Ammoniak- (NH_3) Gehalt, sondern der Gehalt an dem käuflichen, officinellen Ammoniak gemeint.

(Maximum!) über, um dann wieder, bei noch längerem Verweilen im Bade, an Kraft zu verlieren. — Man kann also jeden Grad der Verstärkung bis zu dem dunkelbraunen, sehr contrastreichen Maximum abpassen, da die Reaction nur langsam fortschreitet, thut aber gut für geringere Verstärkungen die Schwächung nach dem Maximum abzuwarten, weil dann die Bilder an Brillanz gewinnen, ohne Details zu verlieren. —

b) Uranverstärkung.

Noch viel lichtbeständiger[1]) als die Quecksilberverstärkung und sehr wirksam ist die „Uranverstärkung", die man in folgender Weise applicirt: Auf die gut gewaschene, noch nasse oder wieder nass gemachte Platte giesst man eine ca. 1 proc. Urannitratlösung, lässt nach einer halben Minute ablaufen und giesst dieselbe Lösung nach Hinzufügung mehrerer Tropfen einer 2 proc. Ferricyankaliumlösung[2]) von Neuem auf.

Wirkt die Verstärkung nicht kräftig genug, so fügt man der nach einer Minute abermals abgegossenen Lösung noch Ferricyankalium hinzu und verstärkt weiter. Man erhält so ein rothbraunes, in allen Stadien der Verstärkung controllirbares Negativ, das man sehr gut waschen muss und zwar so lange, bis das Ablaufwasser, mit Eisenchlorid versetzt, nicht mehr blau wird. —

Die Uranverstärkung erfordert bei ihrer Anwendung viel Gewandtheit und Uebung und liefert deshalb nur in der Hand erfahrener Praktiker brauchbare Resultate. Man bedenke bei ihrer Anwendung wohl, dass Braun eine stark deckende Farbe ist, und dass deshalb ein mit Uran verstärktes Negativ bei Weitem nicht so dicht zu sein braucht, wie grau und bläulich gefärbte Negative. —

c) Silberverstärker.

Als dritte Verstärkungsmethode, die allerdings nur zur Erlangung mässiger Wirkung anwendbar ist, sei endlich noch diejenige

[1]) Uebrigens werden auch die Quecksilber-Verstärker lichtbeständig und vollkommen haltbar, wenn man sie, statt in Ammoniak, in einer dreiprocentigen Lösung von Schwefelantimonnatrium (Schlippe'sches Salz), der ca. 2 % Ammoniak zugesetzt sind, badet. —

[2]) Das Ferricyankalium muss beim Mischen mit Uran klar bleiben und deshalb sehr rein und frei von Ferrocyankalium sein.

mit Silber erwähnt, wie sie bei dem nassen Verfahren stets üblich war und gerade hierbei den Vorzug gewährte, bei Unterbrechung in jeder Stärke, grosse Dichtigkeit ohne Schädigung der Halbtöne zu gewähren und so die Bilder brillant und doch contrastreich zu machen. Lange Zeit ist man deshalb vergeblich bemüht gewesen, auch die Silberverstärkung für Trockenplatten nutzbar zu machen, bis es schliesslich gelang, unter Beseitigung der bei diesem Verfahren immer eintretenden ungleichmässigen Reductionen und Roth-Schleier, dasselbe sicher zu beherrschen und zwar auf folgende Weise:

Die vom Fixirnatron völlig (am besten durch eines der S. 202 gegebenen chemischen Mittel) befreite, noch nasse Platte behandelt man wie folgt: Wenn man eine schnelle Verstärkung wünscht, badet man die Platte nur kurze Zeit (5—10 Secunden) in einer Lösung von:

1 g Pyrogallol,
1—5 g Citronensäure
in 100 ccm Wasser

und fügt dann auf 100 ccm dieser Lösung je 60—80 Tropfen (4 bis 5 ccm) einer 2 proc. Höllensteinlösung hinzu. Trübt sich der Verstärker, so wird er durch neuen, klaren ersetzt.

Will man langsamer arbeiten, so badet man die Platte in einem Gemisch von gleichen Theilen einer Silberlösung (aus 1 Theil Eisessig, 1 Theil Silbernitrat und 50 Theile Wasser) und einer einprocentigen, klaren, wässrigen Gallussäurelösung.

In beiden Fällen muss man nach der Vollendung der Verstärkung gut waschen, damit jede Spur Silbernitrat, welches ein Nachdunkeln der Platte veranlassen würde, entfernt werde und legt deshalb sicherer vor dem Waschen das verstärkte Negativ kurze Zeit in ein Fixirbad.

Nachverstärken und partielles Verstärken.

Wenn man schon verstärkte Negative nochmals weiter verstärken will, so behandelt man dieselben, nach stets erfolgtem gründlichen Waschen, noch ein- oder gar zweimal mit Sublimat und Ammoniak oder Sublimat und Pyrogallusentwickler (ammoniakalisch) in der Seite 207 beschriebenen Weise. —

Partielles Verstärken einzelner Theile einer Platte kann,

wenn auch höchst selten, dennoch nöthig werden und sei deshalb kurz erwähnt:

Will man die Verstärkung scharf abgrenzen, so deckt man die nicht zu verstärkenden Theile des Negatives mit Asphaltlack während der in gewöhnlicher Weise vorzunehmenden Verstärkung ab und entfernt denselben, nach vollendeter Verstärkung, mittelst eines in Benzin getränkten Läppchens. —

Wünscht man nicht scharf begrenzte Theilverstärkung, so legt man das vorher getrocknete Negativ kurze Zeit in Wasser, presst letzteres mit Filtrirpapier ab und bepinselt nun die betreffenden Stellen mit Sublimat, um dann wie gewöhnlich mit Sulfit zu verstärken. — Einen gleichen Effect kann man übrigens bei Pyroentwicklung auch durch Bepinseln der qu. Stellen, während der Entwicklung, mit stärkerer Ammoniaklösung (ein kurzes Herausnehmen aus dem Entwickler ohne Abspülen schadet nicht) erreichen. —

10. Abschwächen.

Umgekehrt wie ein Verstärken der schon fertig fixirten Negative unter besonderen Umständen wünschenswerth, ja durchaus nöthig werden kann, kann auch ein nachträgliches Abschwächen von fertigen Negativen erforderlich werden, das man alsdann wie folgt ausführt:

Die Wegschaffung von Gelbschleiern bei pyroentwickelten Bildern mittelst Zusatz von Alaun, Citronensäure oder Eisenoxydalsalzen zum Fixirbade ist bereits Seite 201 besprochen.

Will man zu stark entwickelte Negative wieder abschwächen, so legt man die füglich schon trocknen, vorher gründlich gewaschenen Platten in eine starke Fixirnatronlösung, der man einige Tropfen bis Cubikcentimeter gesättigter Ferricyankaliumlösung oder, nach anderer Vorschrift, eines gleichtheiligen Gemisches von 12,5 proc. wässriger Eisenchloridlösung und 25 proc. wässriger Kalioxalatlösung zugefügt hat.

Je grösser der Zusatz von Eisensalzen zum Fixirnatron, desto schneller geht die sonst sehr gleichmässig verlaufende Abschwächung vor sich. Man muss die Operation schon etwas früher unterbrechen, als der gewünschte Effect erreicht ist, da die Abschwächung noch während des Waschens, in Folge der noch in der Gelatine befindlichen, nicht sofort zu entfernenden Reagentien, kurze Zeit nachwirkt. —

Eine sehr energische Abschwächung erhält man in einem Bade von 2,5 Th. Sublimat, 2,5 Th. Soda (oder statt dessen 2,5 Th. Jodkalium), 5 Th. Cyankalium im Liter Wasser.

Sollen die Contraste eines Negatives verstärkt und die Schatten aufgehellt werden, so badet man die trocknen Platten in verdünnter Cyankaliumlösung, oder räuchert die nassen Platten, indem man sie über eine mit Cyankali gefüllte Schaale bei Zutritt von Luft deckt. — (Beides sehr probat!!)

Eine 10 proc. Kupfervitriollösung, der 10 % Alaun und 20 % Kochsalz zugefügt sind, und die vor dem Gebrauch mit einem gleichen Volumen concentrirter Kochsalzlösung gemischt wird, giebt gleichfalls recht gute Resultate.

Nach allen diesen Operationen muss schliesslich sehr gut gewaschen werden. — — Copiren Negative flau durch Verschleierung der Schattendetails, so kann man letztere aufhellen, ohne der Dichtigkeit der Lichter Abbruch zu thun, indem man in einem durch Mischen von 4 ccm 2 proc. Chlorgoldlösung mit 100 ccm einer 10 bis 20 proc. Rhodanammoniumlösung hergestellten Rhodangoldbad badet und hierdurch die Schatten bläulich aufhellt, während die Lichter dicht und braun copiren (Erhöhung der Contraste). Nach der Abschwächung wird in Hyposulfit fixirt und gewaschen. —

Mit Quecksilber zu sehr verstärkte Negative können durch Baden in verdünntem Cyankalium (sehr gute Methode) oder in einprocentiger Fixirnatronlösung wieder abgeschwächt werden, ohne an Details zu verlieren. —

III. Der Positivprocess.

Hat man auf die eine oder andere Weise schliesslich eine brauchbare, d. h. zum Copiren geeignete, Platte erhalten, so muss man nun, um Bilder, welche positiv sind, das ist, welche Licht und Schatten in gleicher Weise wie das Object selbst enthalten, zu bekommen, von dem Negativ eine Copie darstellen. Man bedient sich hierzu für gewöhnlich der verschiedenen lichtempfindlichen Pauspapiere, von denen wir hier zunächst das Silberpapier näher betrachten wollen.

1. Albuminpapier.

Von der Selbstanfertigung des Albuminpapiers wird man stets absehen können, da dasselbe heute im Handel in den vorzüglichsten Qualitäten, wie man sie bei der Selbstdarstellung kaum erreichen würde, vorkommt[1]); jedoch soll auf das Sensibilisiren, d. h. das Silbern der fertig bezogenen Papiere, Rücksicht genommen werden, weil doch des Oefteren der Mikrophotograph in die Lage kommen kann, sich sein Papier selbst zu silbern.

a) Das Sensibilisiren

des Papieres hat den Zweck, in der mit Choriden versetzten Eiweissschicht des fertig bezogenen, ungesilberten Papiers einen Niederschlag von Chlorsilber zu erzeugen.

Man lässt das zu diesem Zwecke in nicht allzu grosse, der Plattengrösse des Apparates oder derem Vielfachen entsprechende Blätter geschnittene Papier auf einer ca. 15 proc., wässrigen Höllensteinlösung schwimmen, bis die Bildung von Chlorsilber in der Albuminschicht sich vollzogen hat.

Am besten verfährt man derart, dass man das Papier, mit seiner albuminirten Seite nach unten gekehrt, in der Mitte der beiden kürzeren Seiten mit Daumen und Zeigefinger anfasst und nun so in die in einer Schale befindliche Höllensteinlösung einlegt, dass zunächst die Mitte des Papiers den Flüssigkeitsspiegel berührt, und, von hier ausgehend, das Papier, nach und nach, nach beiden Seiten hin sich niederlegt (siehe Fig. 57). —

Man vermeide bei diesem Einlegen vorsichtig jede Luftblase, die sich zwischen Papier und Flüssigkeit festsetzen könnte, und ebenso jedes Berühren der Silberlösung mit der Rückseite des Papiers; im ersten Falle würden weisse, nicht sensibilisirte Flecke auf dem Papier beim Copiren bemerklich werden, im letzteren Falle Flecke und Streifen.

Hat das Papier auf dem Bade 3—5 Minuten geschwommen, so ist die Umsetzung vollendet, und man nimmt nun dasselbe, es bei

---

[1]) Die Firma Kolk & Kayser, Berlin-Charlottenburg, Kaiserin-Augusta-Allee liefert alle photographischen Papiere und sonstige Utensilien in bester Qualität. Ebenso die Fabrik photographischer Papiere. Dresden. —

einer vor dem Einlegen aufwärts geknifften Ecke anfassend, langsam und derart aus dem Bade, dass es sich langsam und gleichmässig von der Oberfläche der Lösung abhebt. — Mit der erwähnten Ecke nach oben wird es nun in einem schwach mit Tageslicht

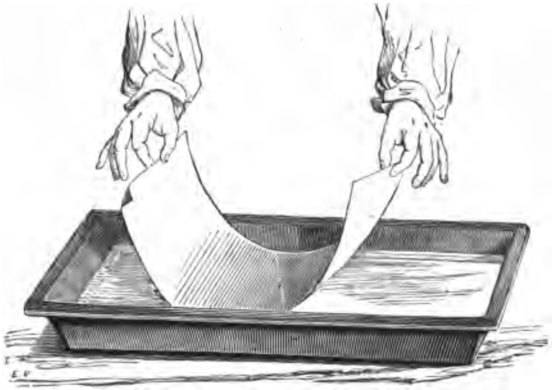


Fig. 57.

oder mit Lampenlicht erhellten, staubfreien Raum an einer Schnur mit Klammern[2]) von beistehender Form (Fig. 58) zum Trocknen aufgehängt, während man an der entgegengesetzten Ecke das Abtropfen etwa noch nachsieckernder Silberlösung durch Andrücken eines kleinen Stückchens Filtrirpapier verhindert. — —



Fig. 58.

Nach 2—3 Stunden ist das Trocknen beendet und wird das Papier nun abgenommen und in einer Büchse bis zum Gebrauch aufbewahrt. Es hält sich 1 bis höchstens 2 Tage ohne Bräunung, und thut man deshalb gut, es kurz vor dem Gebrauch nur in der gerade erforderlichen Menge zu silbern.

Vor dem Gebrauch des Bades überzeuge man sich jedesmal erst genau, dass es auch vollkommen klar und staubfrei ist und reinige es, wenn nöthig, durch Filtriren und befreie seine Oberfläche von darauf schwimmenden Staubtheilchen dadurch, dass man einen Papierstreifen über dieselbe hinzieht. —

---

[1]) Sind zu 4 M. per 100 Stück im Handel zu haben.

Ein mit der Zeit eintretendes Braun- oder Gelbwerden des Bades verhütet man füglich dadurch, dass man demselben etwas Citronensäure zusetzt, oder es noch besser mit kalkfreiem (ev. mit Essigsäure gewaschenen) Kaolin schüttelt und nachher filtrirt. —

Ist das Bad durch öfteren Gebrauch zu schwach geworden, so kann man es durch Hinzufügung von Höllenstein wieder stärken und controllirt, wenn nöthig, den Gehalt durch titrimetrische Probe. Etwaigen Gehalt an Säure stumpft man durch Zusatz von ein paar Tropfen Sodalösung ab. — —

Haltbares Silberpapier,

das, trocken aufbewahrt, viele Wochen unzersetzt und weiss bleibt, erhält man, wenn man nach dem Silberungsbade das Papier trocknet und dann nochmals auf eine ca. 10 proc. Citronensäurelösung, genau wie es oben beim Silbern beschrieben, mit der Rückseite schwimmen lässt und wieder trocknet. — Uebrigens wird man haltbares Papier, wenn es nicht aus Billigkeitsrücksichten geschieht, wohl kaum selbst darstellen, sondern, da es im Handel in ganz vorzüglicher Güte zu haben ist, fertig beziehen.

Für den geübteren Arbeiter wird haltbares Silberpapier vortheilhafter sein, da er das Tonen sehr bald genau beherrscht, für den Anfänger oder für solche Fälle, in denen man nach Fertigstellung vieler Negative eine Reihe von Copien unmittelbar nebeneinander anfertigen will, ist frisch sensibilisirtes Papier, wegen der leichteren Tonung vorzuziehen.

Will man die haltbaren Papiere empfindlicher und für die Tonung den frischen ähnlicher machen, so geschieht dies, indem man sie, ähnlich wie die Trockenplatten (siehe Seite 185), in einem mit Ammoniakdämpfen erfüllten Kästchen unmittelbar vor der Exposition ca. 15—20 Minuten räuchert; sie sind dann empfindlicher und arbeiten in Tönen, die denjenigen des frischen Papieres ähnlich sind. —

Zum Aufbewahren haltbarer, sowie frischer Silberpapiere und ganz besonders der später zu erwähnenden Platinpapiere dienen am besten runde, ca. 60 cm hohe Blechbüchsen, die in ihrem Deckel ein geeignetes, kleines Chlorcalcium enthaltendes Gefäss tragen[1]). In diese Büchsen wird das zusammengerollte Papier gesteckt und

[1]) Solche Büchsen liefern alle besseren Handlungen fertig. —

hält sich, da die Luft durch das Chlorcalcium ständig trocken gehalten ist, sehr lange Zeit unverändert. Der Abschluss des übergreifenden Deckels erfolgt durch Ueberstreifen eines Gummiringes über den unteren Rand desselben. —

b) Das Copiren

selbst geschieht in folgender Weise. Man schneidet zunächst aus dem in jedem Falle durchaus trockenen, sensibilisirten Papier Blätter, welche die Grösse des herzustellenden Bildes haben. Diese, sowie die folgenden Operationen sind, da das Silberpapier nicht sehr schnell vom diffusen Lichte verändert wird, in mit Tageslicht schwach erleuchtetem Raume oder bei Lampenlicht, am besten des Abends, auszuführen. Bei allen diesen Manipulationen muss man auf peinlichste Sauberkeit bedacht sein und vor Allem sehr saubere, besonders von Fixirnatron freie Finger, Instrumente und Tische haben, da sonst unweigerlich die Bilder dem Verderben anheimfallen und fleckig werden.



Fig. 59.

Damit die Albuminschicht nicht verletzt werde, benutze man sehr scharfe Messer und lege das Papier auf reines Schreibpapier mit der Rückseite nach oben, auf welcher man sich durch Bleistift die Schnittlinien vorzeichnen kann, oder man kniffe das Papier mit der Albuminseite nach innen längs der Schnittlinie scharf zusammen und schneide mit einem recht scharfen Messer.

Nach ev. noch erfolgter Räucherung mit Ammoniak, die sich besonders bei schwächeren Papieren empfiehlt und grosse Brillanz giebt, wird das Papier in den das Negativ tragenden Copirrahmen gelegt. Solche Copirrahmen bestehen, abgesehen von kleineren, individuellen Variationen, im Wesentlichen in einem das Negativ direct

oder auf einer Spiegelglasscheibe tragenden, viereckigen Holzrahmen, der hinten zwei aufklappbare Querriegel trägt, die mit geeigneten Federn zwei Brettchen gegen das Negativ andrücken.

Wird in solchem Rahmen auf das vorher gut von Staub befreite, mit der Gelatineschicht nach hinten gekehrte Negativ das sensibilisirte Papier, auf dieses ein passendes dunkles Tuchläppchen (Pressbausch) und darauf wieder die in zwei Theile getheilte Klappe gelegt, und nun die beiden Riegel darüber geschoben, so drücken die an den Klappen oder Riegeln befindlichen Federn die Klappen, und somit das Papier, fest gegen das Negativ. —

Man kann bei solcher Einrichtung eine Klappe öffnen, um das Bild zu revidiren, ohne dass sich das Papier gegen das Negativ, da ja die andere Platte fest angedrückt bleibt, verschieben könnte.

Hat man so den Copirrahmen beschickt und sich überzeugt, dass das Papier überall gleichmässig glatt und fest anliegt, so setzt man die Negative dem Tageslicht aus. —

Für sehr harte Bilder eignet sich directes Sonnenlicht, während für alle normalen Negative diffuses Tageslicht, wie es von weissen Wolken oder einer weissen Wand reflectirt wird, am besten ist.

Für sehr flaue Negative ist das Licht desto besser, je langsamer es wirkt, und man erhält oft von im hellen Licht zu matt copirenden Negativen noch recht gute Bilder, wenn man die Wirkung des Lichtes beim Copiren durch Vorlegen einer oder mehrerer grünen Glasscheiben oder eines weissen dünnen Papieres vor das Negativ herabmindert. — —

Eine genaue Norm für die Dauer der Belichtung beim Copirprocess ist selbstredend nicht zu geben, da die verschiedenen Papiersorten an und für sich verschieden empfindlich sind, und auch das Tageslicht sich nach Tages- und Jahreszeit, Witterung etc. wesentlich in seiner actinischen Wirkung ändert. (S. 16.)

Man copire so lange, indem man öfter den Fortgang des Processes durch Oeffnen der einen oder der anderen Klappe an einem mässig mit Tageslicht oder mit Lampe erhellten Ort controllirt, bis die feinsten Details in den Lichtern sichtbar geworden sind, die hellsten Lichter eine Spur Färbung zeigen und die tiefsten Schatten dunkel broncefarbig erscheinen.

Eine Ueberexposition muss deshalb erfolgen, weil das Bild bei der nachfolgenden Behandlung etwas an Intensität verliert, ein also nur genau bis zur erwünschten Stärke copirtes Bild nach der Fertig-

stellung zu blass und flau werden würde. Schon nach kurzer Uebung und verhältnissmässig wenigen Copieen wird man das richtige Gefühl für die erforderliche Stärke haben. Dass im Freien die Lichtwirkung viel intensiver ist als im Zimmer, bedarf wohl kaum der Andeutung.

Die fertigen Copieen sammle man, wenn man, wie dies wohl meistens der Fall sein wird, nicht ein einzelnes Bild für sich fertig stellen will, in einem dunkeln Kasten oder dergleichen auf, aber nur dann, wenn man auch weiss, dass sich das Papier ohne zu gilben hält, und behandele dieselben dann zusammen weiter. —

Würde man die fertigen Bilder direct in das Fixirbad zur Lösung und Entfernung der nicht reducirten Silbersalze bringen, so würden dieselben zwar haltbar sein, aber einen hässlich rothen, fuchsigen Ton erhalten; man verhindert dies, indem man die Bilder zunächst in Goldbilder verwandelt und dann fixirt. Den Process dieser Umwandlung nennt man, da er auf den Ton der Bilder einen wesentlichen Einfluss hat und denselben wesentlich verschönt:

c) Das Tonen oder Schönen.

Ehe man mit dem eigentlichen Tonen beginnt, muss man selbstverständlich das im Papier noch vorhandene unzersetzte, vom Lichte nicht afficirte Chlorsilber entfernen; es geschieht dies dadurch, dass man die Papierbilder in reines Wasser mit reinlichen Fingern einbringt und solange unter öfterem Erneuern des Wassers wäscht, bis das letzte Waschwasser völlig klar und ohne milchige Trübung von Chlorsilber abläuft. —

Bleiben die Bilder nach dem Waschen mit einem weissen, hauchartigen Beschlag überzogen, so rührt dies vom Zusammenkleben der Bilder in Folge nicht genügender Bewegung beim Waschen her; der Beschlag lässt sich mit dem Finger abwischen oder verschwindet beim Fixiren von selbst. —

Ist genügend gewaschen, so bringe man die Bilder einzeln oder doch wenigstens in nur solcher Zahl, dass man die Veränderung der einzelnen Bilder genau überwachen kann, in das Tonbad. Dasselbe befindet sich in einer flachen Schaale und wird durch stetes Bewegen der Schaale hin- und hergeschwenkt, so dass es alle Theile der Bilder gleichmässig berührt. Sind mehrere Bilder gleichzeitig im Tonbade, so achte man darauf, dass alle gleichmässig von der

Füssigkeit bedeckt werden und vor Allem, dass nicht durch Zusammenkleben zweier Bilder das Goldbad von einzelnen Stellen der Bilder abgehalten werde und hierdurch Flecke entstehen. —

Die Bilder ändern im Goldbade ihren hässlich gelbbraunen Ton in einen mehr gesättigt braunen, gehen dann in Blauviolett und schliesslich in Grau über. Nimmt man sie zu früh aus dem Bade, so bleiben sie später zu roth, während zu langes Verweilen einen grauen, matten Ton giebt.

Die ganze Operation des Tonens nimmt man füglich im halbdunklen Zimmer vor, indem man öfter bei hellerem Tageslichte den erreichten Ton betrachtet und, nach Erlangung des Gewünschten, die Bilder aus dem Bade hebt, abtropfen lässt, um sie dann in reines Wasser zu legen. —

Beim Controlliren des Tones thut man gut, das Goldbad seitlich nach der einen Ecke der Schaale hinfliessen zu lassen, damit man die Bilder unbedeckt vom Bade sieht und nicht durch die gelbe Farbe des Letzteren irritirt wird. —

Bei dieser, wie auch bei allen anderen Operationen, achte man stets, wie dies nochmals ausdrücklich wiederholt werden soll, auf absolute Sauberkeit der Gefässe und **Finger**, da sonst Flecke und Fehler auf den Bildern entstehen werden. —

Die Zusammensetzung der Gold- oder Tonbäder ist eine sehr verschiedene; die einen geben mehr braune, die andern mehr violette Töne; von der Legion von Recepten seien hier nur einige, die der Verfasser selbst benutzt und als probat gefunden hat, aufgeführt:

I.

1 g Goldchlorid
50 - essigsaures Natron
150 - Wasser.

II.

a) 1 g Goldchloridnatrium
50 - Wasser.

b) 0,75 g Borax oder phosphorsaures Natron
100 g Wasser.

Zum Gebrauche mischt man 1,5 ccm der Goldlösung a mit 100 ccm der Lösung b.

III.

a) 5 g essigsaures Natron
8 - kohlensaures Kali
50 - Wasser

b) 2 - Goldchlorid
100 - Wasser.

Zum Gebrauche werden gleiche Theile der Lösungen a und b gemischt und dann auf je 1 Theil der Mischung 10 Th. Wasser zugegeben.

IV.

a)	1 g Goldchloridnatrium	b)	20 - Rhodanammonium
	50 - Wasser		100 - Wasser.

Zum Gebrauche werden 100 ccm Lösung b mit 3 ccm der Lösung a gemischt und ein paar Tropfen Fixirbadlösung zugefügt.

Bad I ist ein saures, II und III sind alkalische Bäder. Das erste Bad giebt einen mehr braunen, das zweite und dritte einen mehr blau-violetten Ton. Die alkalischen Bäder zersetzen sich sehr bald unter Abscheidung von Goldoxydulkalium oder Goldoxydulnatrium, das saure Bad ist gemischt längere Zeit haltbar, ebenso das Rhodanbad. Sind die Bäder zu kalt, so erwärmt man sie, da Wärme die Schnelligkeit des Processes steigert, mässig; ist den Bädern viel Gold durch die Bilder entzogen und sie daher geschwächt, so kann man sie durch Zusatz von Goldlösung (siehe II, III, IV) in entsprechender Menge wieder stärken. Das letztangeführte Bad ist am stärksten wirkend und lässt die Bilder nicht so sehr zurückgehen, wie die anderen; es ist deshalb bei matten Copieen besonders zu empfehlen. — —

Bei ihm erhalten die Bilder zuerst einen lehmig gelben Ton und gehen erst langsam wieder in einen dann aber auch recht warmen Ton über; man erschrecke deshalb nicht über den ersten Ton, sondern warte ruhig ab, bis ein schöner Ton eintritt. —

Ein fünftes sehr gutes Recept finden wir auf S. 231.

Sind die Bilder in dem einen oder dem anderen Tonbade unter stetem Umschwenken der Schaale bis zur gewünschten Farbe gebracht worden, so müssen sie, bevor sie in das Fixirbad kommen, noch durch Waschen von anhaftender Goldlösung befreit werden.

Nach kurzem Waschen werden sie dann in

d) Das Fixirbad,

bestehend aus einer wässerigen, ca. 10 proc. Lösung von unterschwefligsaurem Natron gebracht. — In diesem Bade löst sich alles noch vorhandene, lichtempfindliche Chlorsilber auf, und wird hierdurch das Bild dauernd lichtbeständig gemacht. Da eine saure Reaction des Fixirbades ein Verschiessen der Bilder beim Fixiren zur Folge haben würde, so setzt man dem Bade, zur Abstumpfung etwa vorhandener Säure, ein oder mehrere Stückchen reiner Kreide zu. —

Die Fixirung, welche durchschnittlich 10—15 Minuten in Anspruch nimmt, ist beendet, wenn die Bilder im durchfallenden Lichte

klar und wolkenlos erscheinen und den anfangs auftretenden hässlichen Farbenton wieder mit einem volleren, wärmeren vertauscht haben.

Sie werden dann unverzüglich aus dem Bade gehoben und in eine Schaale mit reinem Wasser geworfen, um dann später einer sehr eingehenden, energischen Waschung unterzogen zu werden. —

e) Das Waschen

der fixirten Bilder ist deshalb von höchster Bedeutung, weil Positive, welche auch nur eine Spur Fixirnatron noch enthalten, sehr bald anfangen, fleckig und gelb zu werden und mit der Zeit vollständig zersetzt und zerstört werden.

Man hat aus diesem Grunde denn auch für das Auswaschen der fertigen Papierpositive eigenartige Waschkästen construirt, in denen die Bilder, unter möglichst starker Bewegung, mit möglichst viel wechselndem Wasser in Berührung kommen. —

Dieselben bestehen meist aus mit doppeltem Boden versehenen Blechkästen, bei denen der obere Boden durchlöchert ist und das Wasser, durch ein oberes, mit Spritzöffnungen versehenes Rohr zufliessend, das im Kasten schon befindliche Wasser in Rotation versetzt. Der Abfluss des Wassers geschieht durch ein unter dem oberen Boden im Kasten mündendes, zunächst aufwärts bis dicht unter den oberen Rand des Kastens steigendes, dort U-förmig umgebogenes Heberrohr. Dasselbe wird also, wenn der Kasten bis zu diesem höchsten Punkte des Hebers gefüllt ist, selbstthätig abheben und da es so stark ist, dass es mehr Wasser abfliessen lässt, als durch Zufluss in den Kasten gelangt, in bestimmten Intervallen den ganzen Kasten ausleeren, damit er sich von Neuem mit frischem Wasser fülle. —

Schippang setzt noch durch das zufliessende Wasser, das er über ein Schaufelrad gehen lässt, einen die Bilder tragenden, inneren, mit Lochboden versehenen Kasten in schüttelnde Bewegung, hat im Uebrigen aber den intermittirenden Abfluss wie vorstehend beibehalten. —

Steht kein fliessendes Wasser zur Verfügung oder hat man nur wenige Bilder auszuwaschen, so genügt es auch schon, die Bilder in eine Schaale zu legen, aus der man ca. allstündlich das Wasser abgiesst und erneuert; ein 10—12 maliges Erneuern genügt dann vollständig, während beim laufenden Wasser ca. 1—2 stündiges Waschen hinreicht. — —

f) Das Trocknen und Fertigmachen.

Die gut gewaschenen Bilder werden nach der erwähnten Zeit aus dem Wasser entfernt, auf einer schräggestellten Glasplatte abtropfen gelassen, nachher zwischen reinem, natronfreien Fliesspapier abgepresst und zwischen glattem Schreibpapier fertig getrocknet. —

Wendet man diese Art des Trocknens an, so erhält man glatte, nur aufgerollte Bilder, die sich nachher leicht aufziehen lassen, während beim Trocknen ohne Einlegen zwischen Schreibpapier die Bilder kräuseln und sich nachher schlecht aufziehen lassen. —

Ehe wir zum Fertigmachen der Bilder übergehen, wollen wir noch eines praktischen Kunstgriffes gedenken, welcher ebenfalls nicht zum eigentlichen Copiren, sondern vielmehr zur Ausstattung der Bilder gehört.

Die Mikrophotographieen wird man in ihrer Ausstattung gerne mit einem dunklen Rande umgeben, von dem das sich hell abzeichnende Gesichtsfeld sich abheben soll. — Wird diese Begrenzung des Gesichtsfeldes in Kreisform ausgeführt, so gleicht sie dem beim Beobachten im Mikroskop erscheinenden, von der dunklen Blende scharf begrenzten Gesichtsfelde.

Die von der Blende des Mikroskopes auf dem Bilde gezeichnete kreisförmige Begrenzung des Gesichtsfeldes ist nun aber des Oefteren nicht scharf; dazu kommt noch der Umstand, dass oft die Ränder der Bilder mehr oder weniger verschwimmen, und man den Gesammteindruck des Bildes wesentlich dadurch erhöhen kann, wenn man diese verschwommenen oder undeutlich markirten Theile nicht mehr in das auf dem Positive abgegrenzte, runde Gesichtsfeld fallen, sondern fehlen und nur den scharf gezeichneten Theil des Bildes auf dem Positiv erscheinen lässt.

Man erreicht diesen Effect auf verschiedene Weise:

Will man ein für alle Mal den nicht günstig erscheinenden Theil des Negatives preisgeben und nur den scharf gezeichneten Theil erhalten wissen, so schneidet man sich aus starkem Carton eine Maske, welche genau solche Grösse hat, dass sie, auf das Negativ gelegt, den guten, zum Copiren im Positiv bestimmten Theil vollständig bedeckt. — Man legt dieselbe nun auf den zu erhaltenden Theil des Negatives, ohne hin und her zu scheuern, auf, drückt sie senkrecht fest an und reisst mit einer Präparirnadel (starken

Nähnadel), indem man die Maske festhält, den Umriss derselben fest und sicher in die Emulsion ein. Nach der nun folgenden Entfernung der Maske schabt man die ausserhalb des Kreises befindliche Emulsion mit einem flach aufgesetzten Messer von der Platte ab und wischt den noch an der Platte hängenden Rest mit einem in Wasser getauchten Läppchen vollends ab. —

Will man es vermeiden, am Negativ selbst Aenderungen vorzunehmen, so kann man sich zwei verschiedener Wege bedienen.

Einenfalls man copirt das sensibilisirte Papier, vor der Exposition unter dem betreffenden Negativ, unter einer Spiegelscheibe und deckt den Raum, welchen der betreffende Theil des Bildes ausfüllen soll, mit einer undurchsichtigen, starken Maske ab, legt dann den auf diese Weise erhaltenen, mit dunklem scharfen Rand versehenen, völlig weissen, dem Gesichtsfeld entsprechenden Theil unter die betreffende Stelle des Negativs und copirt wie gewöhnlich.

Anderenfalls und besser copirt man zuerst unter dem Negativ, nimmt das wie gewöhnlich fertig copirte Bild aus dem Rahmen, deckt den Theil, welcher als Gesichtsfeld auf dem fertigen Bilde erscheinen soll, mit einer geeigneten, undurchsichtigen Papiermaske ab und exponirt nun solange hinter einer Spiegelscheibe, bis der von der Maske nicht bedeckte Theil vollkommen broncefarbig erscheint und keine Spur mehr von dem auf ihm vorhanden gewesenen Bilde erkennen lässt. —

Selbstverständlich müssen die Operationen des Umlegens und Abdeckens bei Lampenlicht oder in nur mässig hellem Raume vorgenommen werden und die Masken auch bei längerer Exposition völlig lichtdicht halten.

Aus blauen Schreibheftdeckeln geschnittene Papiermasken reichen fast stets aus, während für den Gebrauch zum Ausschneiden der Bilder auf den Negativen in verschiedenen Grössen vorräthig gehaltene Masken aus dünnem Zinkblech sehr empfehlenswerth sind. —

Vor dem Aufkleben müssen die Bilder beschnitten werden, und bedient man sich hierzu Glas-, Papp-, oder am besten kleiner Zinkmodelle von geeigneter Grösse, deren Ecken genau rechtwinklig sein müssen.

Man bedenke hierbei, dass man einen genau rechten Winkel erhält, wenn man gerade beschnittenes Stück Papier einmal sozusammenfaltet, dass die Kanten genau sich decken, man also auf diese Weise leicht und doch sicher Normal-Rechtecke sich herstellen kann. —

Bei Bildern mit rundem, sowie mit eckigem Gesichtsfeld macht es sich sehr schön, wenn man sie derartig beschneidet, dass der das Gesichtsfeld umrahmende, dunkle Rand auf beiden Seiten und oben gleich breit ist, während der nach unten gekehrte Theil des dunklen Randes etwas breiter ist, als die anderen. —

Das Aufkleben der Bilder geschieht auf weissem oder farbigem, nicht zu dünnem Cartonpapier, das man füglich, da die Mikrophotographieen in ihrem Format mit den gewöhnlichen Formaten nicht übereinstimmen und deshalb auch nicht auf die fertig geschnittenen Cartons des Handels passen, selbst zuschneidet. Man verwendet 4 bis 8 faches Cartonpapier besserer Qualität, das man in ganzen Bogen im Handel beziehen kann. —

Unten lässt man den Carton recht passend ca. 3 mm unter dem Bilde hervorstehen, um einen Raum zur Bezeichnung des Bildes, sowie Angabe der zur Erläuterung nöthigen Daten, zu haben. —

Als Klebestoff benutze man frische, nicht saure Gelatine oder gekochten Stärkekleister, den man dadurch bereitet, dass man in siedendes Wasser, vorher mit wenig Wasser gut durchgerührte Stärke in dünnem, continuirlichem Strahl unter stetem Rühren eingiesst, einen Augenblick aufkochen lässt und bis zum Erkalten häufig durchrührt, ev. noch heiss durch Mousselin drückt.

Man trägt den vollständig homogenen Kleister schnell, am besten mittelst der Finger auf die Rückseite der Bilder auf, legt sie dann in passender Lage auf den vorher geschnittenen Carton und drückt sie mit einem weichen, reinen Tuche, von der Mitte beginnend nach aussen hin streichend, zuerst sanft, dann immer fester an. Beginnt man mit dem Andrücken von der Mitte aus, so wird man ganz leicht etwa zwischen Bild und Carton befindliche Luftblasen herausdrücken können und das Bild vollkommen glatt aufziehen.

Dem Werfen der Bilder beim Trocknen, das ganz besonders bei ungeleimtem Carton auftritt, beugt man durch vorsichtiges Anfeuchten der Rückseite des Cartons vor dem Aufziehen der Bilder vor und mässigt man ferner dadurch, dass man die aufgezogenen Bilder zwischen reines Papier gepackt, in eine kleine Presse oder zwischen zwei mit Gewichten belastete Bretter legt. —

Etwa am Rande der Bilder überstehenden Klebstoff entfernt man durch Abwischen mit einem recht feuchten reinen Lappen oder durch Ablecken. —

Will man die getrockneten, aufgeklebten Bilder noch im Aeusse-

ren verbessern, so lässt man sie entweder durch eine Heisssatinirmaschine laufen[1]) oder behandelt sie in Ermangelung einer solchen mit einem heissen Plätteisen, indem man zwischen Bild und Plätteisen einen Bogen glatten Papieres legt. — —

Recht gute Dienste leistet übrigens das Ueberstreichen der Bilder mit dem schon für 1,50 M. im Handel erhältlichen Glättachat, oder noch besser das Ueberziehen mit Cerat, einem käuflichen Gemisch von Wachs, Terpentin etc.[2]).

Das Letztere vertheilt man, wenn nöthig ein wenig erwärmt, durch Tupfen mit dem Finger über die Bildfläche und verreibt es dann mittelst eines weichen Leders. Wolllappen sind nicht so zu empfehlen, da sich leicht kleine Fäserchen von ihnen loslösen und, auf dem Bilde haftend, mit eingerieben werden. Mit Cerat behandelte Bilder erhalten, bei richtiger Behandlung, einen fast emailleartigen Glanz, der aber leider bei sehr langem Aufbewahren verschwindet (durchschlägt) und dann erst wieder durch schwaches, neues Ceriren und Aufreiben, allerdings aber auch viel dauernder, aufgefrischt werden kann.

Selbstverständlich werden durch den höheren Glanz die Bilder viel brillanter, da die Tiefen dunkler erscheinen und mehr hervortreten. Es ist dies eine Folge des Durchsichtigwerdens der oberen Bildfläche und damit bedingten Sichtbarwerdens auch der tiefer im Papiere liegenden Schwärzen. —

Wie man emailleglänzende Bilder herstellt, wird bei den Platinotyp-Papierbildern des Näheren erörtert werden. —

Neben dem früher fast ausschliesslich gebrauchten Albuminpapier haben sich in neuerer Zeit verschiedene andere, schneller und in anderen Tönen arbeitende Papiere Eingang verschafft. Es sind dies: das Eastmanpapier, das Chlorsilbercollodiumpapier (schon etwas älteren Datums) und das Platinotyppapier.

Von der Besprechung des Anilin- und des Blaudruckes können wir, als für unsere Zwecke nicht wohl geeignet, Abstand nehmen.

---

[1]) Solche Maschinen werden in der für Mikrophotographen vollständig ausreichenden Grösse schon im Preise von 36—40 Mark bei einer Walzenlänge von 17—20 cm von allen renommirten Handlungen geliefert.

[2]) Als Recept zur Selbstdarstellung von Cerat diene: „Gleiche Gewichtstheile weissen Wachses und Terpentinöl werden in einem Porzellangefäss zusammen erwärmt und gut mit einander gemischt und später mit etwas Lavendelöl parfümirt". —

2. Das Eastmanpapier.

Das Eastmanpapier ist ein aus Bromammonium, Jodkalium und Silbernitrat hergestelltes Gelatine-Emulsionspapier, das in hinreichend guter Qualität zu angemessenen Preisen im Handel vorkommt, so dass wir von seiner Herstellungsweise absehen können. Es liefert, ebenso wie das später zu besprechende Platinpapier, mehr grauschwarze, kohledruckartige Töne, die, obwohl sie für Portraits vielleicht weniger geeignet erscheinen, sich gerade für Mikrophotogramme besonders empfehlen. — —

Das Papier wird wie gewöhnliches Albuminpapier im Copirrahmen unter das Negativ gelegt, nur müssen die sämmtlichen Operationen, wegen der hohen Empfindlichkeit des Papieres, bei rothem Lichte, genau wie die Behandlung der Bromsilber-Trockenplatten, vorgenommen werden.

Die Exposition geschieht in einem verfinsterten Zimmer, in dem nur eine gewöhnliche, nicht stark brennende Petroleum- oder Gaslampe brennt in einer Entfernung von 35 cm von derselben oder im diffusen Tageslicht.

Bei ganz dünnen Negativen beträgt die Expositionszeit $^1/_2$—1 Secunde, bei mittlerer 1—2 Secunden, bei stärkeren 2—3 Secunden, bei sehr dichten Negativen endlich: 3—5 Secunden im zerstreuten Tageslichte oder bei der eben angegebenen Lampenbeleuchtung ca. die zehnfache Zeit. —

Die künstliche Beleuchtung liefert bei flauen Negativen recht gute, kräftige, contrastreiche Bilder, während bei starken, kräftigen Negativen Tageslicht vorzuziehen ist. Es deckt sich diese Differenz in der Wirkung eines schnellen, gegenüber einem langsamen Copiren genau mit dem beim Copiren mit Albuminpapier gemachten Erfahrungen (S. 216). —

Die fertig copirten Bilder werden mit dem gewöhnlichen Oxalatentwickler, unter Zusatz von geringen Mengen (ca. 10—16 Tropfen) der 10 proc. Bromkalilösung, entwickelt, doch besser wird das Verhältniss der Eisenvitriollösung zum Oxalat ein wenig herabgestimmt (1 : 4—1 : 5).

Nach erfolgter Entwicklung, die ein kräftiges und brillantes Bild geben muss, wird das Bild, nach Abgiessen des Entwicklers, ohne vorheriges Waschen, mit einer 0,4 proc. Essigsäurelösung ca. 1 Minute lang behandelt, die Lösung abgegossen, und dieser Process

2—3 Mal wiederholt. Hierauf erfolgt Waschen des Bildes in Wasser und endlich das Fixiren in 20 procentiger Lösung von Natriumhyposulfit. — —

Das nach dem Fixiren gut, ca. 1—2 Stunden lang, gewaschene Bild wird zum Trocknen mit seiner Bildseite auf eine saubere Ebonit- oder Glasplatte, am besten unter Wasser zur Vermeidung von Luftblasen, gepresst, mittelst dahinter gelegten Filtrirpapieres abgetrocknet; es löst sich nach vollständigem Trocknen (ca. 6 Stunden) mit hübscher Glanzfläche von der Unterlage, ev. unter schwacher Nachhülfe mit einem Messer, los. — Man kann natürlich auch die Bilder durch Aufhängen trocknen, verliert dann aber an Glanz. —

Wenn nöthig, muss man eine etwa noch nach dem Fixiren vorhandene Unreinheit der hellsten Töne durch ein Baden in concentrirter, etwas salzsauer gemachter Alaunlösung entfernen, während man etwa auf dem Papier sichtbar werdende Blasen durch Zusatz von etwas Kochsalz zu den auf das Fixirbad folgenden ersten Waschwässern entfernt. —

Ein Tonbad wird für Mikrophotographieen bei Eastmanpapier kaum nöthig sein; will man indess, statt des zwischen Grauschwarz bis Sammetschwarz variirenden Tones, einen blauschwarzen oder bräunlichen, wärmeren Ton, so benutze man das oben angegebene (S. 219) Rhodangoldbad. Alle anderen Goldbäder sind nicht zu empfehlen. Das Goldbad wird vor dem Fixiren, nach Behandlung des Bildes in Alaunlösung, applicirt. —

Ein Tropfen in Ammoniak gelösten Aurins soll, dem letzten Waschwasser zugesetzt, den Bildern einen mehr fleischfarbenen Ton geben. — Das Aufkleben der Eastman-Bilder geschieht **nach** dem vollständigen Trocknen in der bei den Albuminbildern angegebenen Weise. —

Das Bromsilbergelatinepapier hat den grossen Vorzug, sehr schnell zu arbeiten und kann deshalb auch dazu dienen, von Negativen direct positiv **vergrösserte** Papierbilder mittelst der unten beschriebenen (S. 233) Apparate herzustellen. Man erspart dann die mühsame Arbeit der Herstellung eines intermediären, vergrösserten Glaspositives, von dem erst wieder ein Glasnegativ genommen werden muss. —

Aehnliche Töne wie das Eastmanpapier, giebt:

3. Das Platinotyppapier.

Dasselbe wird durch Baden von mit einer 10 proc. Gelatinelösung in 20 proc. Alkohol, der 3 g Alaun zugefügt sind, präparirtem Papier in einem Sensibilisirungsbade, das aus Kaliumplatinchlorid, Eisenoxydoxalat, Kaliumchlorat und Wasser besteht, hergestellt.

Da es im Handel in genügender Güte zu haben ist und sich in absolut trockner Luft sehr gut hält, so verweisen wir in Bezug auf seine Darstellung auf die Speciallitteratur [1]) und bemerken nur, dass man zu seiner Aufbewahrung sich am besten der oben erwähnten (S. 214) Chlorcalciumbüchsen bedient.

Die mit dem Platinpapier hergestellten Bilder haben grosse Haltbarkeit. — Wird das Papier nicht trocken gehalten, so erscheinen die Bilder kraftlos und verschwommen, die Weissen in denselben unrein und gelblich; aus diesem Grunde bewahre man dasselbe in trockenen Büchsen auf, gebe stets auf absolute Trockenheit des Copirrahmens und Pressbausches Acht und lege, wenn nöthig, zwischen Papier und Pressbausch: Gummituch.

Die Belichtung wird wie gewönlich vorgenommen, dauert ungefähr den dritten bis vierten Theil der Zeit wie bei Albuminpapier und ist vollendet, wenn die tiefsten Schatten einen dunkelgelben bis orangefarbenen Ton angenommen, d. h. die Eisensalze sich vollständig reducirt haben.

Wenn man erst mehrere Bilder fertig copiren und dann zusammen entwickeln will, so sammle man sie in der Chlorcalciumbüchse auf.

Die Entwickelung der Bilder geschieht mit der Kaliumoxalatlösung des gewöhnlichen Eisenentwicklers (siehe oben S. 193) und zwar, indem man diese Lösung auf 40—50° erwärmt und das Bild darin schwimmen lässt. — Diese Lösung kann man so lange wiederholentlich benutzen, bis sie zu viel grüne Krystalle (die nicht mit in die Entwickelungsschaale gebracht werden dürfen, sondern zurückbleiben müssen) abscheiden. —

Das entwickelte Bild wird in mindestens zwei Bädern von 1 Theil Salzsäure auf 80 Theile Wasser gebadet, (bei sehr hartem Wasser

---

[1]) Photographische Mittheil. 1887, Heft I 251 u. ff.

ist der Salzsäuregehalt auf 1 : 60 zu steigern) und zwar so lange, bis es das letzte Bad nicht mehr gelb färbt.

Nach dem letzten Salzsäurebad wird es noch mit Wasser eine halbe Stunde gewaschen und dann getrocknet. Um die Platinbilder mit Emaille zu überziehen, verfährt man, wie gleich beschrieben werden soll.

Es sei hier noch ausdrücklich bemerkt, dass ein warmes Entwickelungsbad, wegen seiner stärkeren Wirkung, zu kurz exponirte, ein kaltes Bad überexponirte Bilder retten kann.

Zur Regenerirung von verdorbenem Platinpapier schlagen Pizzighelli & Hübl vor, dasselbe mit einer Lösung zu bestreichen, die aus gleichen Theilen einer $^1/_{10}$—$^1/_{20}$ proc. Lösung von Kaliumchlorat in Wasser und einer 1 proc. Chlornatriumlösung hergestellt ist, und dann schnell zu trocknen. — —

Gutes Platinpapier copirt bedeutend schneller als Albuminpapier und giebt eine an Bleistift- oder Kreidezeichnung erinnernde Copie. Es giebt weichere, nicht so contrastreiche Bilder wie das Eastmanpapier und hat mit diesem die Unbequemlichkeit gemeinsam, dass das Bild nicht (wenigstens nicht genügend stark) während des Copirens sichtbar wird, sondern erst entwickelt werden muss, also immerhin eine gewisse Uebung und Kenntniss der richtigen Expositionszeit erforderlich macht.

Allein die richtige Beurtheilung der Exposition ist sehr bald erlernt und es lässt sich ausserdem noch ein Ausgleich durch stärkere oder schwächere Entwicklung herbeiführen. —

Will man Eastmanbilder oder Platindruckbilder mit einer Emaille überziehen, so geschieht dies, indem man eine mit Kreide sauber geputzte Glasplatte mit anderthalbprocentigem Rohcollodium in der beim Lackiren beschriebenen Art und Weise übergiesst und auf diese Platte die Bilder aufpresst (Platinbilder werden besser vorher in Gelatinelösung gebadet). —

Besser noch als das eben beschriebene Collodium ist für den vorliegenden Zweck eine Lösung von 1 Theil Schiessbaumwolle in 50 Theilen Alkohol und 75 Theilen Aether, unter Zusatz von 4 Tropfen Ricinusöl.

Nach Dr. E. Liesegang muss das Collodium recht dünn, die Gelatine recht dick sein. —

Man vollführt das Aufpressen dadurch, dass man die Platte mit der Collodiumseite nach oben in eine Schaale mit Wasser bringt,

das mit der Bildseite nach unten schwimmende Bild unter Wasser andrückt und, unter Vermeidung von Luftbläschen, Platte und Bild gemeinsam aus dem Wasser zieht, indem man die eine Seite zuerst heraushebt und das Wasser von der andern Seite abfliessen lässt. Das Bild wird nach dem Abfliessen des Wassers nochmals gut durch Ueberstreichen mit dem Finger aufgepresst, und dann zum Trocknen hingelegt. Noch ehe es ganz trocken ist, streiche man auf die Rückseite eine dünne Schicht Gummi (nicht sauer!); nach dem Trocknen und Loslösen des Bildes von der Platte legt man es auf den mit einem Schwamm befeuchteten Carton, geht mit einem weichen Läppchen darüber her und lässt unter schwachem Druck trocknen. —

Man kann auch die Rückseite des getrockneten Bildes mit Negativlack bestreichen und, nachdem dieser etwas angetrocknet ist, das Bild auf den vorher mit absolutem Alkohol befeuchteten Carton drücken und festkleben. — —

Will man das Anpressen unter Wasser umgehen, so lässt man das Papierbild, mit der Bildseite nach unten, ca. 1 Minute (nicht länger!) auf einer 10 procent., mässig warmen Gelatinelösung schwimmen, und legt es dann unmittelbar, ohne Abtropfenlassen, auf die Collodiumschicht. Man presst vorsichtig, von der Mitte des Bildes ausgehend, mit der Hand oder einem Tuchbausche die überflüssige Gelatine, und mit ihr die Luftbläschen, nach aussen. Zu starkes Drücken und Reiben ist eher schädlich als nützlich.

Es empfiehlt sich die mit Collodium überzogenen Platten, bevor man das Papierbild aufpresst, mindestens 8 Stunden trocknen zu lassen. — Vorsichtiges Anwärmen der collodionirten Platte vor dem Aufpressen ist sehr zu empfehlen, ebenso wie recht langsames, (ca. 12stündiges) vorsichtiges Auftrocknenlassen des Bildes nach dem Aufpressen desselben.

Nach dem vollständigen Trocknen müssen die emaillirten Bilder von der Glasplatte mit hartem Ton abspringen; thun sie das nicht, so sind sie nicht gehörig trocken. Will man schneller trocknen, so wärme man das schon mässig trockne Bild von der Glasseite her wiederholt an. —

Platinbilder wie Eastmanbilder kann man auch dadurch sehr haltbar machen, dass man sie mit einer Lösung von Schellack (weiss) in Alkohol, der man ein gleiches Volum einer gesättigten Boraxlösung nach und nach unter Schütteln zugefügt hat, und die man vor dem Gebrauch mit ca. 5—10 Theilen Wasser verdünnt, lackirt oder mit

derselben durch einen Zerstäubungsapparat bestäubt. In ersterem Falle ist das Bild glänzend, im zweiten matt. In beiden Fällen muss das Papier trocken sein, da sonst milchige Schleier entstehen, die allerdings mit der Zeit meistens verschwinden. —

Ein anderes gutes Recept für solchen Firniss giebt Dr. Jacobsen:

	80	Theile	gebleichten Schellackes,
	16	-	Mastix's
werden in	240	-	Alcohol absolutus gelöst, und nach ev.
Filtriren mit:	1	-	Copaivabalsam
	1	-	Canadabalsam versetzt. —

Vor der Bepinselung mit diesem Lacke werden die Papierbilder mit einer 10procentigen, alkoholischen Harzseifenlösung überrieben. —

4. Chlorsilbercollodiumpapier.

Betrachtet man selbst die beste auf einem der genannten Papiere ausgeführte Copie und vergleicht sie mit dem zur Herstellung benutzten Negative, so wird man stets finden, dass das Papierbild an Feinheit und Zartheit der Details gegenüber dem Negative erheblich eingebüsst hat. Diese Einbusse hat ihren Grund in der mehr oder weniger faserigen und porigen Structur des Papieres, die sich auch der Albuminschicht mittheilt.

Will man deshalb genau ebenso scharfe und in den feinsten Details zarte, positive Bilder herstellen, so muss man entweder zu Glaspositiven zurückgehen, oder Chlorsilbercollodiumpapier benutzen. Letzteres giebt ebenso gute und zarte Bilder, wie man sie früher nur durch Uebertragen der auf Glasplatten erzeugten Collodiumbilder auf Papier unter grösserer Mühe erzeugen konnte, und hat deshalb den letzteren Process vielfach zurückgedrängt. —

Das Chlorsilbercollodiumpapier wird genau in der Weise, wie gewöhnliches Albuminpapier exponirt, es copirt 3—4 mal schneller. Das auf dem Papier fertig erschienene Bild wird wie ein Albuminbild behandelt und am besten in dem **Rhodan**goldbade getont; nach ca. einstündigem Waschen erfolgt die Fertigstellung in der bei Albuminpapier angegebenen Weise.

Ein anderes, recht brauchbares Bad zum Tonen des Chlorsilbercollodiumpapiers ist das folgende, von Dr. E. Liesegang angegebene:

20 g Natriumwolframiat,
1 - braunes Chlorgold
2000 - destillirtes Wasser.

Vor dem jedesmaligen Gebrauch soll man, wenn das Bad geschwächt ist, eine geringe Menge Chlorgold und doppelt so viel Natriumwolframiat hinzufügen! —

Das fertige Papier muss vor Licht und Feuchtigkeit geschützt aufbewahrt werden[1]) und ist in guter Qualität um den Preis von 1 Mark pro Bogen im Handel zu haben. —

Zur Selbstdarstellung benutzt man in einem Holzrahmen ausgespanntes, besonders[2]) präparirtes Barytpapier, das man mit einem gleichvolumigen Gemisch der käuflichen, Silbersalz und Chloride enthaltenden, Aethersilbercollodiumlösungen, genau wie die Platten mit Lack (siehe S. 204), übergiesst und dann im Dunkeln bei mässiger Wärme trocknet.

Zur Selbstdarstellung des Chlorsilbercollodiums diene das folgende, ebenfalls von Liesegang gegebene Recept:

I. 8 g Höllenstein in 5 g destillirten Wassers gelöst, dann in 125 ccm Alcohol absolutus gegossen, 6 g Collodiumwolle nebst 125 ccm Aether absolutus zugefügt und bis zur vollständigen Lösung geschüttelt.

II. 5—6 g Collodiumwolle in 250 ccm Aether-Alkohol (1 : 1 oder auch 5 : 4) gelöst, nachdem bereits vorher im Alkohol 1 g Citronensäure und 1 g Chlorlithium gelöst waren.

Beide Lösungen sind nach der Bereitung trübe, opalisirend und müssen deshalb vor dem Gebrauch klar dekantirt oder durch Baumwolle filtrirt werden. —

Zum Gebrauche mischt man von beiden Lösungen gleiche Theile und zwar so, dass man das Chlorcollodium in das Silbercollodium in feinem Strahl unter starkem Agitiren eingiesst. — Berücksichtigt man diese Vorsichtsmaassregel nicht, so fällt das Chlorsilber zu dicht aus und setzt sich bald zu Boden, bildet also keine Emulsion! —

Die gemischte Emulsion ist selbstverständlich lichtempfindlich und deshalb im Dunkeln aufzubewahren. —

Statt des Holzrahmens kann man füglich auch ein dünnes, glattes, mit rückseitigem Griffe versehenes Holzbrett benutzen, auf

[1]) Am besten in Chlorcalciumbüchsen, siehe oben.

[2]) Mit Gelatine, Gummi, Kreide und Schwerspath.

welches man das gleich grosse Papier mittelst dreier Nadeln so aufsteckt, dass es, etwas excentrisch, mit 2 Kanten über das Brett hervorragt. Biegt man dann noch die beiden anderen, nicht überstehenden Ränder ein wenig aufwärts, so ist ein Ueberfliessen des Collodiums auf die Rückseite völlig ausgeschlossen. Man lässt selbstredend an der durch die beiden überstehenden Kanten gebildeten Ecke den Ueberschuss an Collodium nach dem Präpariren abfliessen. —

Das abfliessende Collodium sammelt man in einer besonderen Flasche und giesst es erst nach dem Abklären und entsprechenden Verdünnen mit Alkohol wieder in die Standflasche zum abermaligen Gebrauch zurück.

Will man sehr kräftige Abdrücke von flauen Negativen erhalten, so präparirt man das Papier, nachdem es vollständig getrocknet ist, noch *ein-* sogar *zweimal* in derselben Weise. Die Präparation geschieht selbstredend auf der Barytseite des Papieres.

Dasselbe erreicht man auch, wenn man vom Silbercollodium 6 Theile, vom Chlorcollodium 5 Theile zum Präpariren des Papieres mischt. Umgekehrt kann man durch Mischen von 6 Theilen Chlorcollodium und 5 Theilen Silbercollodium mit *recht harten* Negativen noch *schön weiche* Bilder erzielen. —

Selbstverständlich geschieht die Präparation des Papieres bei *gelbem* Lichte. —

Dass das Papier, da seine Oberhautschicht sehr empfindlich ist, recht vorsichtig zu behandeln und nur mit sehr scharfen Instrumenten zu schneiden, sowie nicht scharf zu kniffen ist, erhellt von selbst. — —

Ebenso feine Details erreicht man natürlich, wenn man die Copie statt auf Papier auf einer Glasplatte vornimmt und somit

IV. Diapositive

herstellt. Solche Diapositive sind von grösster Bedeutung für Erläuterung mikroskopischer Präparate vor grösseren Auditorien; man kann sie zu diesem Zwecke in einem ca. 12—30 mal vergrössernden Projectionsapparat (Skioptikon, Nebelbilderapparat und dergl.) statt der üblichen Glasbilder einführen und erhält dann das vergrösserte Bild auf eine weisse Fläche projicirt. —

Auf diesem Projectionsbilde kann man dann durch Hinzeigen mit einem Stabe sehr leichte und deutliche Erläuterungen abgeben, die gleichzeitig von einem grösseren Zuhörerkreise wahrzunehmen sind. Dass in dieser praktischen Anwendung der Mikrophotographie gerade für Lehr- und Demonstrationszwecke ein grosser Vorzug liegt, ist klar, und es soll deshalb auch hier die Anfertigung der Diapositive näher berücksichtigt werden. —

Zunächst sei bemerkt, dass man die Herstellung von Glasdiapositiven auf zwei verschiedenen Wegen vornehmen kann, einmal durch Contact-Druck und andererseits durch Projections-Druck.

Im ersten Falle exponirt man die lichtempfindliche Platte genau wie sensibilisirtes Papier unter dem Negative im Copirrahmen. Zu dieser Exposition muss natürlich der Druck der das Copirblatt anpressenden Rückseite, der gewöhnlich nur auf dünnes Papier nicht aber auf eine dicke Glasplatte justirt ist, gemindert werden, und geschieht dies am besten, indem man die Druckfedern durch Keile ersetzt.

Die Exposition, die man, um sie besser abmessen zu können, unter Benutzung von Lampenlicht bei ca. 30—40 cm Distanz vornimmt, und somit verlängert, dauert je nach der Dichtigkeit des Negatives 5—60 Secunden. — Hinundherbewegen des Negatives vor der Lichtquelle in der angegebenen Entfernung, während der Exposition, verhindert ungleichmässige Beleuchtung der einzelnen Theile; denselben Zweck kann man auch durch Einschaltung einer mattgeschliffenen Glasplatte zwischen Lichtquelle und Negativ erreichen. —

Im zweiten Falle wird das Bild des beleuchteten Negatives mittelst eines gewöhnlichen Objectives auf die in geeigneter Entfernung aufgestellte, lichtempfindliche Platte geworfen. Man hat es bei dieser Operationsart also in der Hand, gleich grosse, kleinere oder vergrösserte Positive darzustellen. Wie die Bilder am besten projicirt werden, soll sogleich erörtert werden; zuvörderst soll jedoch die Behandlung der fertig exponirten, positiven Glasbilder, da sie für Contact- und Projectionsdruck genau dieselbe ist, besprochen werden. —

Die Chlorsilbergelatineplatten, die analog, wie das oben beschriebene Papier (S. 230) bereitet werden[1]), geben zwar für Diapositive

[1]) Man fügt hier nur dem Collodium noch 1 ccm Canadabalsam zu und ersetzt die Citronensäure durch ein gleiches Gewicht Weinsäure.

vielfach feinere und besser gefärbte Bilder als Bromsilbergelatineplatten, doch kann man dasselbe auch bei richtiger Behandlung mit den Letzteren erreichen, und wird dieselben einmal wegen ihrer grösseren Empfindlichkeit und zweitens, weil man sie stets zur Hand hat und auf sie eingearbeitet ist, vorziehen. —

Es sei vorweg bemerkt, dass sich von Pyroentwicklern nur der Sulfitentwickler und der Sodaentwickler zur Darstellung von Diapositiven eignet, stets aber überhaupt die Anwendung des Oxalatentwicklers für vorliegenden Zweck vorzuziehen ist.

Mit folgendem besonderen Pyroentwickler erhielt Verfasser nach Hadley's Angaben gute Transparentbilder, wenn nicht überexponirt war:

A. 60 Th.	Pyrogallol	B. 1 Th.	Ammoniak
45 -	Citronensäure		(0,88 spec. Gew.)
60 -	Bromammonium	4 Th.	Wasser.
1000 -	Wasser.		

Zum Gebrauche wurden 80 Theile Wasser, 10 Theile A und 10 Theile B gemischt, entwickelt und nach 2 Minuten tropfenweise von B solange zugegeben, bis alle Details da waren (nicht über 10 Theile!), abgewaschen, fixirt und in einem Alaunbad mit Citronen- oder Essigsäure-Zusatz gebadet. —

Da die Diapositive sehr zart und klar sein sollen, so verdünnt man füglich den gewöhnlichen Eisenoxalatentwickler und fügt ihm etwas Citronensäure zu, oder man benutzt noch besser einen aus gleichen Volumen folgender Lösungen kurz vor dem Gebrauch gemischten Entwickler:

A. 10 g Eisenvitriol, 100 g Wasser, 1 Tropfen Schwefelsäure,

B. 40 g Kaliumoxalat, 100 g Wasser, 0,4 g Citronensäure, 1 g Bromkalium,

den man sogar noch zur Erreichung grösserer Zartheit und Wärme mit einem Drittel Wasser verdünnen kann.

Nach dem Fixiren legt man noch zur vollständigen Klärung in ein Bad von 3 g Alaun, 1 g Schwefelsäure auf 40 Theile Wasser. —

Die Tonung der Diapositive im Goldbade gelingt schlecht[1]), und zieht man deshalb vor, klar und dünn gehaltenen Negativen durch

[1]) Nur wenn man mit Silberpyroverstärkung (S. 209) behandelt hat, wird das Goldbad besser angenommen. Man wäscht in diesem Falle nach dem Tonbade aus, behandelt mit schwacher Cyankalilösung und wäscht nochmals (Eder).

Quecksilberchlorid und Ammoniak oder den gehörig verdünnten Uranverstärker wärmere Töne zu geben.

Sind die Bilder fertig, so legt man auf ihre Bildseite eine matt geschliffene Glasscheibe von gleicher Grösse und verbindet beide fest, indem man sie gemeinsam mit einer, gleichzeitig vor Schrammen und Rissen schützenden, beide Seiten umfassenden, in der Mitte kreisförmig ausgeschnittenen Maske aus starkem, undurchsichtigen Papier beklebt. Statt der matten Scheibe wendet man noch besser eine Glasplatte an, die man mit einer Lösung von 15 g weissem Wachs in 100 g Benzin übergossen und dadurch mattirt hat. Für

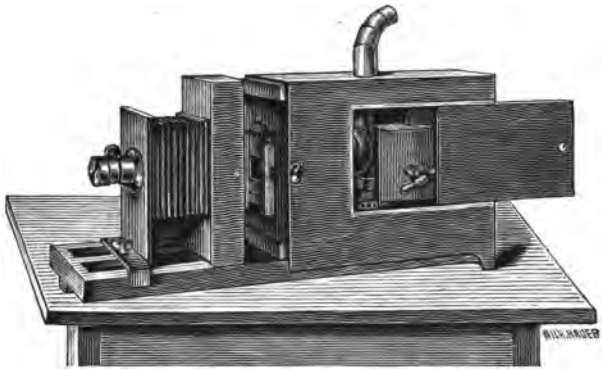


Fig. 60.

Projection sind solche Positive deshalb nicht zu empfehlen, weil das Wachs zu leicht in der Wärme des Projectionsapparates schmilzt. —

Selbstverständlich kann man auch ein Chlorsilbercollodiumbild direct auf Milchglas oder mattem Glase herstellen, doch muss man dann stets die eben angegebene Modification des Collodiums anwenden. —

Ein Lackiren der fertigen Bilder ist unter allen Umständen wegen der Haltbarkeit zu empfehlen. —

V. Projectionsapparate.

Der zur Darstellung der Diapositive nach der zweiten Art und Weise dienende Projectionsapparat hat im Wesentlichen die obenstehende Einrichtung.

In einem lichtdicht schliessenden Kasten befindet sich die Lampe, welche ihr durch einen Reflector und eine grosse Beleuchtungslinse concentrirtes Licht auf das Negativ oder eine vor demselben aufgestellte **matte** Glasplatte wirft. Das negative Glasbild wird in zwei, an der Vorderwand der Kammer befindlichen Nuthen eingeschoben und bildet so die Rückwand einer kleinen, vor dem den Beleuchtungsapparat tragenden Kasten aufgestellten Balgcamera. Dieselbe ist mittelst der auf dem Bilde sichtbaren Häkchen mit der Vorderwand des Lampenkastens lichtdicht zu verbinden und trägt in der Vorderwand, die auf einem Schlitten hin und her beweglich ist, ein photographisches Objectiv.

Dieser ganze Apparat wird auf einen langen, festen Tisch aufgestellt und das durch das Objectiv entworfene Bild des Negatives auf eine weisse Wand scharf eingestellt, und dann bei rothem Lichte, unter Verschluss des Objectives mit einem Deckel, an Stelle der weissen Wand, genau in gleicher Ebene, die die lichtempfindliche Platte tragende Cassette gebracht.

Man erreicht dies dadurch, dass man ein Brett von solcher Stärke anwendet, dass seine Vorderseite, die das weisse Papier trägt, von der an eine Holzwand anlehnenden, hinteren Seite gleich weit absteht, als dies bei der lichtempfindlichen Seite einer in die Cassette gelegten Platte der Fall ist, wenn die Cassette mit ihrer Hinterwand gegen besagtes Brett gelegt wird. —

Ist die Cassette eingestellt und der Schieber derselben zurückgezogen, so exponirt man, durch Entfernung des Objectivdeckels, die nöthige Zeit. —

Das entstandene Positiv wird genau gleich gross wie das angewandte Negativ, wenn man die Camera soweit auszieht, dass das Objectiv vom Negativ genau um die doppelte Brennweite entfernt ist; das Positiv muss dann selbstredend in gleicher Entfernung von dem Objectiv stehen[1]). Rückt das Objectiv dem Negativ näher, so muss das gleichzeitig sich von dem Objectiv entfernende Bild wachsen, während es bei weiterer Entfernung des Objectives vom Negative als die doppelte Brennweite kleiner wird als das Negativ. Ueber die Berechnung der Bildgrösse aus den Bildabständen siehe oben S. 57 Näheres. —

Wendet man diesen Apparat zu 2—4 fachen Vergrösserungen

[1]) Siehe auch oben unter: „Feststellung der Vergrösserung".

an und benutzt für diesen Zweck gute, recht scharfe Negative, so kann man sehr wohl ebenso gute Bilder als durch directe Aufnahme erzielen, nur darf die Vergrösserung nicht wohl über eine vierfache Steigerung hinausgehen, weil sich sonst leicht doch das Korn der Emulsion bemerkbar machen kann.

Um vergrösserte Mikrophotogramme zu erzeugen, benutzt man recht praktischer Weise Eastmanpapier. Man heftet dasselbe, nachdem man auf ein mit Reissnägeln auf einem Reissbrett befestigtes, weisses Papier eingestellt hat, statt des Letzteren bei rothem Lichte auf das Reissbrett und exponirt dann.

Durch diese directe Aufnahme der Vergrösserung vom Negative umgeht man die umständliche Darstellung eines vergrösserten Diapositives und von diesem wieder eines Negatives mittelst dessen man dann endlich erst die Bilder erzeugen kann. Dass durch solche dreimalige Umcopirung leichter Fehler in das schliesslich erhaltene Positiv kommen können, als dies bei einer directen Vergrösserung vom Negativ statthaben kann, leuchtet ein und ist deshalb vorliegender Apparat in seiner Anwendung sehr zu empfehlen. —

Zudem besitzt dieser Apparat noch den erheblichen Vorzug, dass er, ausser zu genanntem Zwecke, noch ganz vorzüglich zu Demonstrations-Zwecken geeignet ist, ohne irgend welche Aenderung zu erfordern.

Man setzt einfach an Stelle des Negatives ein auf die beschriebene Weise erhaltenes Diapositiv und projicirt, unter Verkürzung der kleinen Camera, in 8—20 facher Vergrösserung auf eine aufgespannte, weisse Tafel oder eine nahtfreie Leinwand, wie man sie zu Nebelbildervorführungen benutzt. Selbstredend kann man auch die Leinwand befeuchten und von hinten her projiciren, während die Beschauer in einiger Entfernung vor derselben Platz genommen haben, oder statt der Leinwand das heute in ziemlicher Breite käuflich zu habende, diaphane Pauspapier benutzen. —

Bei stärkeren Projections-Vergrösserungen benutze man, je nachdem man eingerichtet ist, starkes Glühlicht, Kalklicht, oder das durch die Ney'sche Lampe für diesen Zweck brauchbar gemachte Magnesiumlicht[1]); man kann dann mit Negativen von ca. 500 bis 1000 facher Vergrösserung leicht und schön 10—20 Tausendfache

[1]) Eine solche Lampe kostet incl. Projectionsapparat bei Ney circa M. 140.

Linearvergrösserungen vorführen und des Näheren mit einem Zeige stocke erklären. —

Statt des hier angegebenen Apparates kann man selbstverständlich auch einen der anderen, käuflichen Projectionsapparate in Anwendung bringen, deren Beschreibung wir hier weglassen zu können glauben, da sie im Princip und den wesentlichen Theilen mit dem oben beschriebenen übereinstimmen und von demselben durch Billigkeit übertroffen werden.

Alles, was für gewöhnlich dem Mikrophotographen in seiner Praxis von Bedeutung und Wichtigkeit sein kann, glauben wir somit erörtert zu haben und verweisen in Bezug auf selten vorkommende Abnormitäten, sowie den Mikrophotographen weniger angehende photographische Specialitäten auf die diesen Theil ganz eingehend behandelnden, vorzüglichen Specialwerke, wie solcher mehrere existiren; in denselben finden sich auch die theoretischen Erörterungen über Photochemie, die hier der Kürze wegen ebenfalls weggeblieben sind. —

Wir schliessen mit der Angabe der gewöhnlichen, beim Darstellen von Mikrophotographieen mittelst Bromsilbergelatineplatten vorkommenden Fehler, ihrer Erkennung und Abhilfe und hoffen dadurch besonders dem noch nicht durch längere Praxis Geübten die Benutzung dieses Werkes zu erleichtern, sowie dem Misslingen der Aufnahmen nach Möglichkeit vorzubeugen. Dass hierdurch die Lust und Liebe zur Mikrophotographie sich steigere, ist anzunehmen, denn viele Misserfolge verleiden schliesslich auch dem fleissigsten Arbeiter das Schaffen. —

VI. Fehler bei den Operationen.

Die bei den einzelnen Operationen auftretenden Fehler sollen im Nachfolgenden so zu sagen genetisch behandelt werden, indem wir mit denen, die durch Lagern etc. der Platten entstehen können, beginnen, dann auf die Exposition eingehen, die Entwickelung folgen lassen und so fort.

Nach Erledigung der beim Negativprocess eintretenden Fehler gehen wir auf diejenigen des Positivprocesses und endlich auf die der Fertigmachung der Bilder über:

1. Fehler im Negativprocess.

a) Fehler im Lagern der Platten vor der Benutzung.

1. Die Platten nehmen den Entwickler nicht oder ungleichmässig an: Sie haben zu trocken gelagert. Man weiche vor dem Entwickeln ein oder giesse grössere Mengen Entwickler darauf und bewege heftig (S. 185).
2. Die Platten neigen zur Verschleierung und sind unempfindlich: Zu feuchtes Aufbewahren oder mit Schwefelwasserstoff etc. verunreinigte Atmosphäre (S. 185).
3. Die Platten zeigen Schleier und Flecken:
   a) Unreines Papier ist zum Verpacken benutzt worden. NB. Cartonecken markiren sich stets etwas (S. 185).
   b) Die Platten sind mit zu starkem Ammoniak geräuchert oder gebadet (S. l. c.).
   c) Die Platten sind mit schmutzigen, Fixirnatron haltigen Fingern befasst (S. 182). —

b) Fehler bei der Exposition.

4. Die hellsten Lichter sind von hofartigen Ringen umgeben
   a) Entweder Emulsion ist zu dünn oder
   b) Die Rückseite der Cassette ist nicht genügend geschwärzt und hat reflectirende Stellen; Abhülfe ergiebt sich von selbst (S. 115).
5. Es erscheinen Lichtflecke und Lichtringe auf dem Negativ: Reflexe im Tubus des Mikroskopes; Abhülfe durch Schwärzen oder Belegen desselben (S. 115). —
6. Das Bild hat Schleier:
   a) Es wird die ganze Platte gleichmässig verschleiert: Zutritt fremden Lichtes vor oder während der Exposition. Abhülfe: Prüfung der Dunkelkammer und der Cassetten auf fremdes resp. actinisches Licht (S. 180).
   b) Die von den Ecken und Rändern der Cassette bedeckten Theile der Platte zeigen keinen Schleier: Ueberexposition oder fremdes Licht in der Camera.
   c) Die nichtbelichteten Stellen ausserhalb des Gesichtsfeldes sind schleierfrei: lediglich Ueberexposition.
7. Die Platte zeigt dunkle, nach der Mitte sich matt verlaufende Streifen: Seitenlicht durch die Falze der Cassetten.
8. Das Bild erscheint flau und gleichmässig grau mit ausgebildeten, aber matten Details: Ueberexposition oder Anwendung von zu wenig Bromkalium beim Entwickler resp.

zuviel Ammoniak beim Pyroentwickler; Abhülfe: Vermehrung des Bromkaliums, Reducirung des Ammoniaks (bei Pyro). Abhülfe bei bereits fertigentwickelten Negativen: Wegätzen der Schleier bei fixirten und mit Sublimat verstärkten Bildern mit Cyankalium (S. 211) und nachheriges Verstärken, wenn nicht kräftig genug, mit Sublimat (S. 207).

9. Das Bild ist zu contrastreich, hart, Details fehlen in den Schatten:
   a) Zu kurze Exposition.
   b) Entwickler enthält zu viel Bromkalium, bei Pyro zu wenig Ammoniak.

10. Das Bild kehrt sich zum Positiv während des Entwickelns um:
   a) Sehr starke Ueberexposition und dadurch bedingte Solarisation. Abhülfe: kürzere Exposition resp. Rettung durch sehr kurze Behandlung mit sehr altem oder schwachem Entwickler (S. 195 u. 196). —
   b) Zusatz von zuviel Natriumhyposulfit zum Entwickler bei Momentaufnahmen (S. 196).

c) Fehler bei der Entwickelung.

11. Das Bild zeigt gelben oder rothen Schleier:
   a) Eisenentwickler.
      α) Es ist zuviel Hyposulfit als Beschleuniger zum Eisenentwickler zugefügt (S. 196).
      β) Das Eisenvitriol war zu alt oder nicht sauer. Abhülfe: Zusatz eines Tropfens Schwefelsäure zur Eisenlösung. —
   b) Der Pyroentwickler enthielt:
      α) Zuviel Ammoniak.
      β) War zu alt. Abhülfe: Baden in salzsäurehaltigem Alaunbade.
      γ) Die Platte war vom Entwickler nicht gleichmässig bedeckt Abhülfe wie bei *β*.
      δ) Zu lange Entwickelung.

12. Die Platte zeigt sandiges gelbes Pulver auf der Oberfläche:
   a) Unrichtiges Mischen des Entwicklers: zu viel Eisenoxydullösung. Abhülfe: Steigern des Oxalates; alter sandiger Entwickler ist wegzugiessen!
   b) Die Oxalatlösung ist zu sauer. —

13. Die Platte zeigt Zickzacklinien und scharf begrenzte Flecken: Der Entwickler hat dieselbe nicht auf einmal gleichmässig, sondern ungleichmässig überspült. Abhülfe: gleichmässigeres Aufgiessen einer grösseren Menge des Entwicklers.

14. Das Bild ist hart und glasig: Zu viel Bromkalium (Eisenentwickler), zu wenig Ammoniak (Pyroentwickler), siehe oben No. 9 b.
15. Das Bild zeigt Details, ist aber zu dünn:
  a) Entwickler ist zu schwach oder zu alt. Abhülfe: Entwickeln mit concentrirteren Lösungen.
  b) Entwickler hat nicht lange genug gewirkt. Abhülfe: Längeres Entwickeln.
16. Das Bild zeigt weisse, scharfumgrenzte, runde Punkte: Beim Entwickeln haben sich Luftbläschen an der Platte festgesetzt. Abhülfe: heftiges Schwenken der Entwickelungsschaale ev. Entfernen der Bläschen mit dem Finger.
17. Das Bild ist zu kräftig und dicht: Zu lange Entwickelung, besonders kenntlich daran, dass auch die von den Ecken der Cassette bedeckten Theile der Platte verschleiern. Abhülfe: Kürzere Entwicklung.
18. Die Platte kräuselt im Entwickler:
  a) Unter Umständen zu ammoniakreicher Pyroentwickler.
  b) Zu frische Platten. Abhülfe: Alaunbad.

d) Fehler beim Waschen.

19. Die Platte zeigt milchigen Schleier beim Oxalatentwickler: Zu hartes kalkhaltiges Wasser bedingt diesen „Kalkschleier". Abhülfe: verschwindet beim Lackiren von selbst und kann auch durch **sehr** verdünnte Salzsäure sowie Abwischen im nassen Zustande mit dem Finger entfernt werden (S. 201).
20. Die Platte kräuselt: Waschwasser zu warm. Abhülfe: Alaunbad oder kälteres Wasser (S. 201).

e) Fehler beim Fixiren.

21. Die Platte kräuselt oder bildet Blasen:
  a) Fixirbad ist zu concentrirt.
  b) Das Fixirbad ist zu warm. Abhülfe: Alaunbad (S. 201).
22. Es wittern Sternchen und Aestchen auf der getrockneten Platte aus: Fixirnatron ist nicht genügend ausgewaschen (verdirbt und zerstört die Bilder!) (S. 202).
23. Die Bilder erscheinen unklar und wolkig: Nicht genügend lange fixirt. Abhülfe nochmaliges Fixiren.
24. Die Bilder fixiren zu langsam: Fixirbad ist zu schwach oder zu oft schon angewendet. — (Kann auch an der Emulsion liegen!)

f) Fehler beim Verstärken.

25. Die Platten dunkeln nach:
    a) Die Emulsion hat aus dem Albuminpapier, wenn unlackirt copirt wurde, Silbernitrat aufgenommen. Abhülfe: Baden in Jodjodkalium und dann Cyankalium, beide **sehr** verdünnt (S. 204).
    b) Findet sich meist bei Sublimat- und Jodid-Verstärkungen.
26. Die Platten bilden **braunen** Schleier:
    a) Fixirnatron ist nicht genügend ausgewaschen. Abhülfe: Nach Kurtzmüller (Eder) Chlorgoldlösung.
    b) Bei Jodidverstärkung oft. Abhülfe: Schwaches Cyankalibad.
27. Die Platten werden gelb bei **Uranverstärkung:** Schlechtes Auswaschen.
28. Die Platten zeigen netzartige Flecken: Das Sublimat ist nach dem Verstärken nicht vollständig ausgewaschen (S. 207).
29. Die Platten haben bei **Silber**verstärkung Rothschleier:
    a) Zu lange oder nicht gleichmässig über die ganze Platte verstärkt.
    b) Verstärker ist nicht sauer genug.
    c) Fixirnatron ist nicht ordentlich ausgewaschen. Abhülfe: Oft genügt Baden in 1 procent. Salzsäure und starker Chlornatriumlösung.

g) Fehler beim Lackiren.

30. Die Platten erscheinen milchig:
    a) Nicht genügendes Trocknen vor dem Lackiren (S. 204).
    b) Nicht genügendes Vorwärmen vor dem Lackiren (S. 204).
31. Die Platten zeigen unter dem Lack metallische Trübung: Bei Quecksilberverstärkung ist die Platte vor dem Lackiren zu stark angewärmt.
32. Die Platten haben streifigen, fleckigen Lacküberzug:
    a) Herunterlaufen des Lackes während des Lackirens auf die Rückseite der Platte (l. c.).
    b) Der Lack war nicht rein und staubfrei.
    c) Zu starkes partielles Anwärmen.
    d) Platte war nicht genügend beim Lackiren bewegt worden. Abhülfe: Ablackirung (S. 205).
33. Die Platten bekommen Blasen **unter** dem Lack: Nicht genügendes Trocknen vor dem Lackiren. Abhülfe: Ablackiren (l. c.)

2. Fehler im Positivprocess.

A. Beim Albuminpapier.

a) Fehler im Papiere selbst oder dessen Vorbereitung.

1. Das Papier giebt kraftlose Bilder:
   a) Papier ist zu schwach geleimt.
   b) Zu schwach gesilbert.
   c) Zu schwach oder zu stark getrocknet.
   d) Silberbad ist zu sauer.
2. Das Papier giebt zu harte Bilder: Das Papier ist zu lange und zu trocken aufbewahrt worden.
3. Das Papier giebt scheckige Bilder:
   a) Die Oberfläche des Sensibilisirungsbades war nicht rein. Abhülfe: Abschäumen (S. 213).
   b) Das Papier ist nicht lange genug oder
   c) nicht auf seiner ganzen Oberfläche sensibilisirt (S. 213).
   d) Es befanden sich Luftblasen zwischen Papier und Sensibilisirungsbad, dann sind die Flecke rund und weiss mit scharfen Rändern.
   e) Das Papier ist mit unreinen Fingern berührt.
   f) Unreinigkeiten sind zwischen Papier und Negativ oder auf dem Negativ während des Copirens gewesen. —
4. Das Bild ist nach dem Copiren roth:
   a) Silberbad war zu schwach (S. 214).
   b) Albumin zu salzhaltig.

b) Fehler im Copiren.

5. Die Bilder erscheinen zu flau ohne Contraste: Zu flaue Negative. Abhülfe: Vorlegen von weissen, grünen oder rothen Vorlagen (S. 216).
6. Die Bilder erscheinen zu hart:
   a) Das Negativ ist zu hart } Abhülfe: Copiren in directem
   b) Mit zu vielen Vorlagen copirt } Sonnenlicht.
   c) Siehe ad 2.
7. Die Bilder sind unscharf:
   a) Sie waren nicht genügend angepresst oder
   b) Das Papier war wellig.

c) Fehler beim Tonen.

8. Das Bild ist nach dem Fixiren rothgelb: Zu kurzes Tonen.
9. Das Bild ist nach dem Fixiren blaugrau:

a) Zu langes Tonen (S. 218).
b) Zu langes Aufbewahren nach dem Copiren.
c) Das Tonbad enthält zu viel Chlorgold.

10. Das Bild tont ungleich:
a) Albuminirung war schlecht.
b) Das Tonbad hat nicht alle Theile des Bildes benetzt.
c) Die Bilder haben im Tonbad aneinander geklebt.
d) ad 3 e.

11. Das Bild tont sehr langsam oder garnicht:
a) Sensibilisirungsbad ist unrein.
b) Goldbad ist mit Hyposulfit verunreinigt oder
c) zu kalt oder
d) zu schwach und arm.
e) Papier ist zu alt oder nach dem Copiren zu lange aufbewahrt!

12. Die Lichter erscheinen gelb:
a) Das Tonbad ist zu sauer.
b) Zu viel fremdes Licht beim Tonen oder Revidiren der Copie.

13 Das Bild hat einen weissen Beschlag: Es ist nicht genug beim Waschen bewegt. Abhilfe: Verschwindet beim Fixiren von selbst!!

d) Fehler beim und nach dem Fixiren.

14. Die Bilder erscheinen in der Durchsicht wolkig: Nicht genügend ausfixirt.

15. Die Lichter erscheinen gelb:
a) Fixirbad war sauer. Abhülfe: Einlegen von Kreide.
b) Fixirbad war zu alt und schwefelhaltig.
c) Fixirbad war nicht gehörig ausgewaschen.

16. Die Bilder sind streifig: Unregelmässiges Eintauchen und Benetzen mit dem Fixirbad.

17. Die Bilder sind fleckig (gelb):
a) Anfassen mit unreinen Fingern.
b) Bespritzen mit Hyposulfit.
c) Fliesspapier zum Trocknen oder
d) Carton war hyposulfithaltig.

18. Die Bilder vergilben beim Aufbewahren;
a) Saurer Kleister.
b) Schwefel- oder natronhaltiger Carton.
c) Tonbad oder Fixirbad zu sauer.
d) ad 14 b.

19. Die Albuminschicht bildet Blasen: Fehler liegt im Papier. Abhülfe: sehr verdünntes Fixirbad.

20. **Die Bilder werden rissig beim Aufziehen:** Abhülfe: noch feucht aufziehen.

B. Fehler im Eastmanprocess.

1. **Die Bilder sind ohne weisse Lichter:**
   a) übercopirt.
   b) Actinisches Licht beim Einlegen in den Copirrahmen.
2. **Die Bilder sind matt:** Zu kurze Exposition.
3. **Die Bilder sind gelb:** Nicht genügend gereinigt. Abhülfe: Baden in verdünnter Schwefelsäure 1 : 100.
4. **Die Bilder sind nicht klar:** Es fehlt Bromkali im Entwickler. Abhülfe: Vermehrung des Bromkali oder Alaunbad mit Salzsäure (S. 226).
5. **Die Bilder haben Flecke:**
   a) Unreine Hände, Gefässe etc.
   b) Natronhaltiges Filtrirpapier oder Carton.
6. **Die Bilder treiben Blasen:** Fehler im Papier. Abhülfe: Zufügen von Kochsalz zum auf das Fixirbad folgenden Waschwasser. Verdünnen des Fixirbades.
7. **Die Bilder erscheinen nach Lackiren milchig:** Nicht gut getrocknet. Abhülfe: Anspritzen mit Alkohol.

Sonst alle Fehler meist wie bei Albuminpapier.

C. Fehler im Platinotypprocess.

1. **Die Bilder sind kraftlos, verschwommen:**
   a) Das Papier selbst, oder die Pressbäusche sind nicht trocken genug. Abhülfe: Aufheben in der Chlorcalciumbüchse.
   b) Zu kalter Entwickler.
2. **Die Bilder sind gelb in den Weissen:**
   a) Wie eben.
   b) Nicht genügend in Säure gereinigt.
3. **Die Bilder haben gelbe und weisse Punkte:** Berührung derselben mit Chlorcalcium in der Büchse.
4. **Die Bilder sehen körnig aus:**
   a) Zu kurze,
   b) zu kalte Entwickelung.
5. **Die Bilder sind hart:** Zu warmer Entwickler.

Aufkleben und Lackiren wie bei Eastmanpapier.

D. Fehler im Chlorsilbercollodiumpapier.

Dieselben decken sich mit denen beim Albuminpapier und können deshalb hier fortbleiben.

Zu den Tafeln.

In nachstehenden Tafeln sind im Lichtdruck einzelne Mikrophotogramme wiedergegeben. Die Wahl solcher Bilder für die Beifügung zu einem die Mikrophotographie behandelnden Werke ist äusserst schwierig. Es soll möglichst für jede Art der verschiedenen zur Aufnahme geeigneten Objecte ein Probebild gegeben werden, und doch ist die Zahl der Bilder durch den immerhin hohen Preis derselben im Interesse des Werkes eine sehr beschränkte. — Es ist deshalb vorliegend die Wahl so gut wie angänglich durchgeführt, und sind sowohl zoologische wie botanische und bacteriologische Präparate gegeben.

Von anatomischen Präparaten haben wir deshalb Abstand nehmen zu können geglaubt, weil die ungefärbten Pflanzenschnitte und Diatomeen (Tafel I No. 2, Tafel II 1 u. 2, Tafel IV, 1) zur Genüge den Beweis von der Wiedergabe der Details bei ungefärbten Objecten liefern, während sowohl die einfach (Tafel I, 1) wie doppelt gefärbten (Tafel III, 1 u. 2, Tafel IV, 2) Präparate zeigen, dass es recht wohl möglich ist, die chemisch am verschiedensten wirksamen Strahlen nebeneinander in gleichem Werthe und gleicher Schärfe zur Wiedergabe zu bringen.

Dass man natürlich, wenn dies bei Roth und Blau, als diametral gegenüberstehenden Farben, nebeneinander der Fall ist, einen gleichen Effect ungleich leichter bei allen anderen Farbencombinationen erreichen kann, ist klar, ebenso wie leicht ersichtlich ist, dass wenn man in einem mit Carmin, der für chemische Wirksamkeit ungünstigsten Farbe, tief dunkel gefärbten Präparat, wie Aurelia aurita auf Tafel I dies ist, ein detaillirtes Bild erzielt, dies viel besser bei allen anderen Farben geschehen kann. —

Die sämmtlichen Bilder sind bei Kalklicht in der unten angegebenen Expositionszeit mit dem auf S. 100 beschriebenen, einfachen Apparat aufgenommen; sie sind, da sie ursprünglich nicht für die Wiedergabe durch Lichtdruck bestimmt waren, in einzelnen Exemplaren durch die Eigenheit der Photolithographie etwas hart geworden.

Im Allgemeinen beweist aber der Lichtdruck sicher, dass er sehr wohl berufen ist, zur Wiedergabe der mikroskopischen Forschungen im Bilde zu dienen; er ist eben ungleich billiger und haltbarer als Copieen auf photographischem Papier, liefert dieselbe Zahl der Bilder in kürzerer Zeit und braucht, nach den neuesten Erfahrungen, keine für den speciellen Zweck besonders präparirte Negativplatten. Selbstverständlich ist bei keinem der Bilder irgend welche Retouche zur Anwendung gekommen. Nirgend sind besonders lichtempfindliche Platten angewandt, sondern überall die gewöhnlichen Trockenplatten. —

Tafel I. 1. Aurelia aurita (Ephyrastadium). Vergrösserung: 50. Expositionszeit: 3 Secunden. Stark mit Carmin gefärbtes Präparat. Aufgenommen mit Eosinplatte im gelben stark gedämpften Lichte (Präparat von Klönne u. Müller).

2. Triceratium antediluvianum. Vergrösserung: 500. Expositionszeit: 1 Secunde (Präparat von Bourgogne).

Tafel II. 1. Mark von Helianthus (Längsschnitt). Vergrösserung: 110. Expositionszeit: 1 Secunde bei gedämpftem Lichte (Präparat von Dr. H. Burstert).

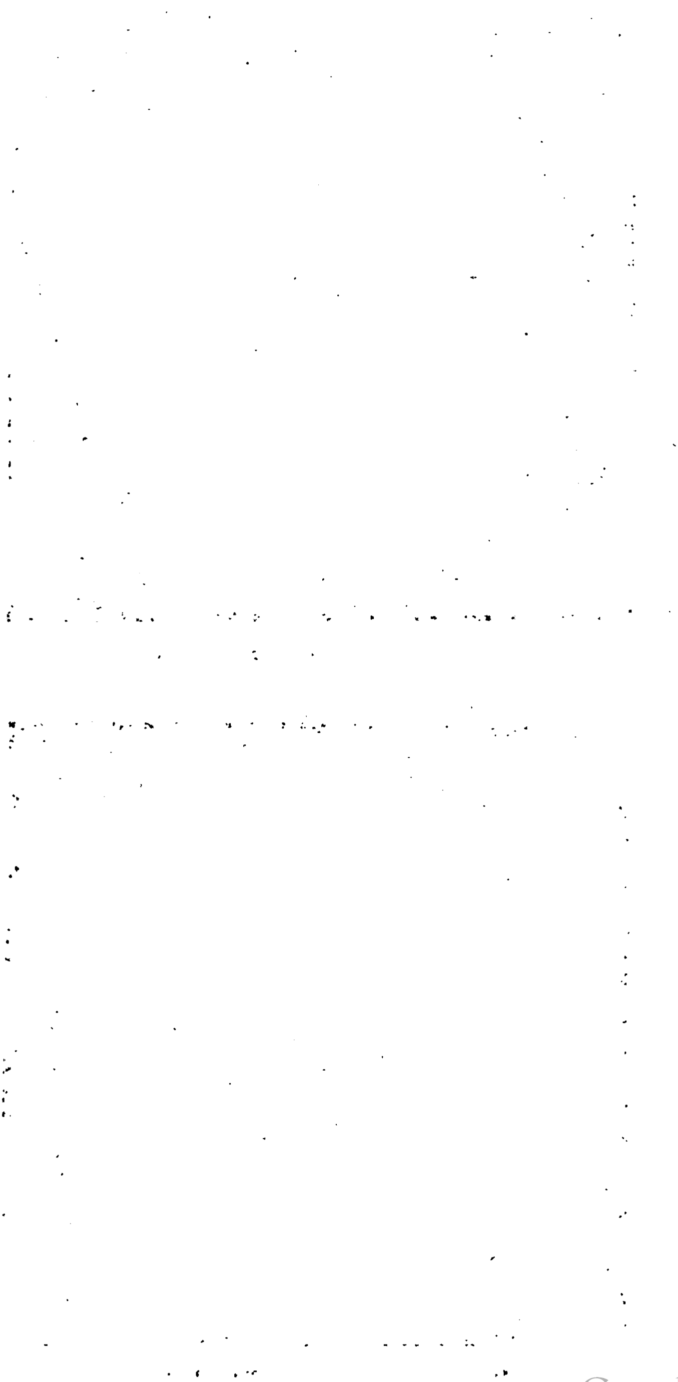
2. Querschnitt durch den Stengel von Rumex. Vergrösserung 110. Exposition wie bei 1 dieser Tafel (Präparat von Dr. H. Burstert).

Tafel III. 1. Milzbrandbacillen auf Blut. Vergrösserung 750. Exposition 18 Secunden Aufgenommen bei gelbem Lichte mit Eosinplatte. Das Blut war roth, die Bacillen blau gefärbt; trotzdem sind beide im natürlichen Farbenwerthe nebeneinander wiedergegeben (Präparat von L. Bernegau).

2. Bacillus aus weichem Elsässer Weisswein, Jahrgang 1886. Colmarer Gewächs. Vergrösserung 750. Exposition 18 Secunden. Aufgenommen mit Eosinplatte bei gelbem Lichte (Präparat von Dr. C. Weigelt).

Tafel IV. 1. Pleurosigma angulatum (Mitteltheil). Vergrösserung 1200. Expositionszeit 14 Secunden. — Gleiche Schärfe durch das ganze Bild; die einzelnen Stellen der Structur erscheinen je nach der Beleuchtung verschieden geformt (Präparat von Bourgogne). —

2. Milzbrandsporen (Reinkultur), Doppelfärbung: Methylenblau und Fuchsin. Vergrösserung 1200. Expositionszeit: 45 Secunden. Aufgenommen mit Eosinplatte im gelben Lichte. Blau und Roth erscheinen gleichwerthig und es ist deutlich die Keimung der Sporen in den einzelnen Exemplaren wahrnehmbar. — Zudem erscheinen die einzelnen Sporen nicht flach, sondern deutlich rund, walzenförmig (Präparat von L. Bernegau). —

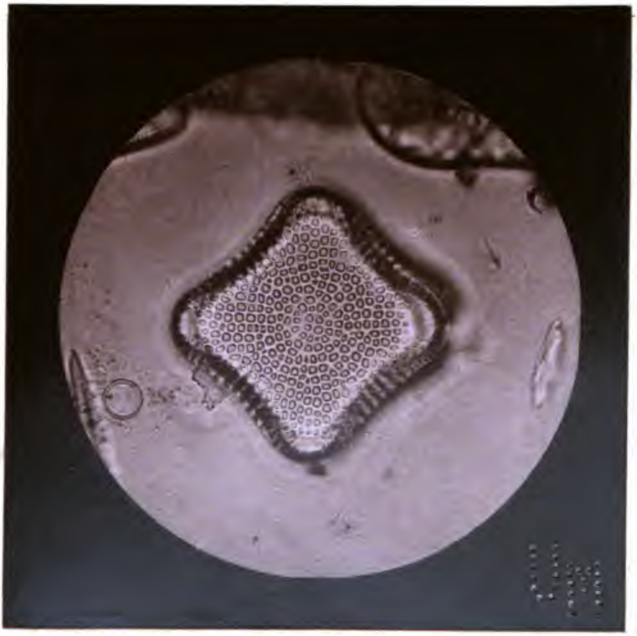


VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN.

LICHTDRUCK VON ALB. FRISCH IN B.



Aurelia aurita. Linearvergrösserung: 50.

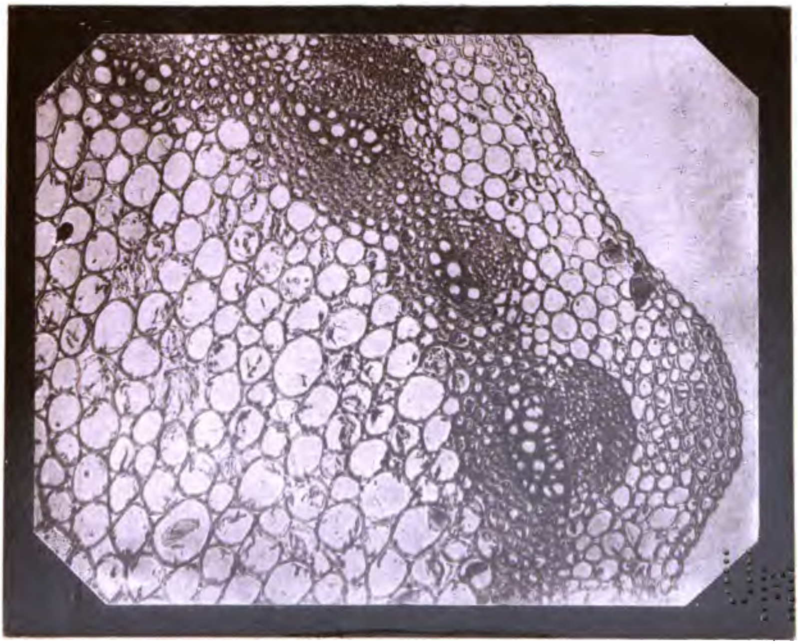


Diatomeenpanzer. Linearvergrösserung: 500.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN. LICHTDRUCK VON ALB. FRISCH IN :



Mark von Helianthus. Linearvergrösserung: 110.



Querschnitt durch den Stengel von Rumex. Linearvergrösserung: 110.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN. LICHTDRUCK VON ALB. FRISCH IN B



Milzbrand-Bacillen auf Blut. Linearvergrösserung: 750.

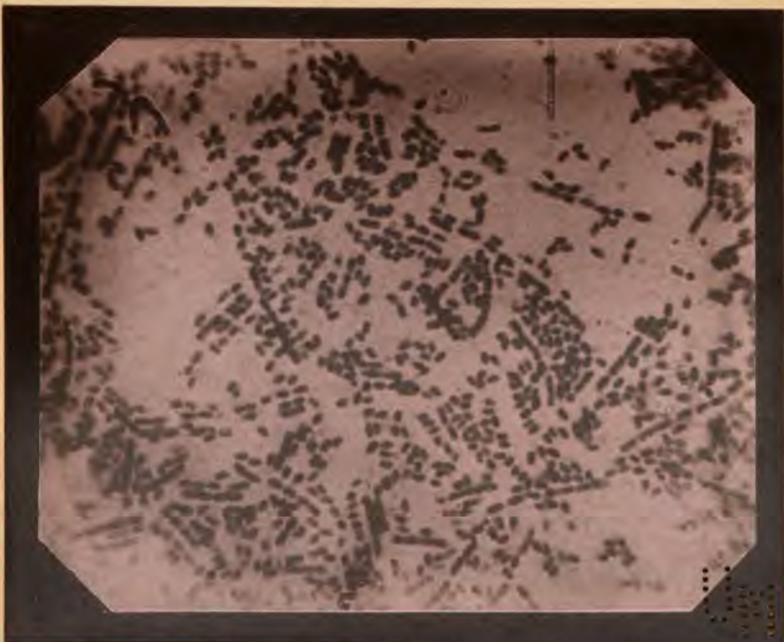


Spaltpilze aus dem Wein. Linearvergrösserung: 750.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN. LICHTDRUCK VON ALB. FRISCH IN BERLIN.



Pleurosigma angulatum. (Mitteltheil.) Linearvergrösserung: 1200.



Milzbrand-Sporen. (Reinkultur.) Linearvergrösserung: 1200.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN. LICHTDRUCK VON ALB. FRISCH IN BERLIN.